

Aus dem  
Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie  
Geschäftsführender Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Steffen Ruchholtz  
Medizinische Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. Susanne Fuchs-Winkelmann  
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

**25 Jahre sonografisches Screening der  
Säuglingshüfte am Universitätsklinikum Marburg -  
Eine kritische Analyse**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur  
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin  
  
dem Fachbereich Medizin der  
Philipps-Universität Marburg  
vorgelegt von

Tobias Penner aus Bielefeld

Marburg, 2018

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg  
am: 22.02.2018

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Herr Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Herr PD Dr. C.-D. Peterlein

Korreferent: Herr PD Dr. W. Nikolaizik

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis: .....	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Einleitung.....	1
1.1.1 Fragestellung.....	2
1.2 Definitionen.....	3
1.3 Anatomie, Ätiologie und Pathogenese .....	4
1.4 Natürlicher Verlauf der Hüftdysplasie .....	6
1.5 Epidemiologie und Risikofaktoren .....	7
2 Material und Methoden .....	8
2.1 Studiendesign.....	8
2.2 Grundlagen zur Untersuchung.....	10
2.2.1 Klinische Untersuchung der Säuglingshüfte .....	10
2.2.2 Sonografische Untersuchung der Säuglingshüfte.....	12
2.3 Grundlagen der Therapie .....	20
2.3.1 Konservative Therapie .....	20
2.3.2 Operative Therapie .....	23
2.4 Befundbogen.....	25
2.5 Datenerhebung .....	27
2.6 Statistische Auswertung.....	29
2.6.1 Angewandte statistische Verfahren und Auswertung.....	29
2.6.2 Hypothesenbildung und Signifikanzprüfung .....	29
2.6.3 Variablen .....	30

3	Ergebnisse.....	32
3.1	Allgemeines.....	32
3.2	Verteilung der Hüfttypen.....	33
3.2.1	Korrelation mit der klinischen Untersuchung.....	39
3.2.2	Komorbiditäten.....	42
3.3	Wertigkeit der Risikofaktoren.....	43
3.3.1	Seite (rechte vs. linke Hüfte).....	43
3.3.2	Geschlecht (männlich vs. weiblich).....	46
3.3.3	Familienanamnese (positiv vs. negativ).....	49
3.3.4	Geburtsanamnese (Spontangeburt aus SL vs. BEL und Sectio).....	52
3.4	Untersucherabhängigkeit.....	57
3.4.1	Einteilung in Erfahrungsgruppen.....	57
3.4.2	Hüfttypverteilung abhängig von der Erfahrung des Untersuchers.....	58
3.4.3	Therapieempfehlung abhängig von der Erfahrung des Untersuchers.....	61
3.4.4	Therapieempfehlung abhängig von der Diagnose und der Erfahrung des Untersuchers.....	63
3.4.5	Diagnosen und Therapieempfehlung der erfahrenen Untersucher....	69
4	Diskussion.....	72
4.1	Allgemeine Diskussion.....	72
4.1.1	Sorgfalt der Dokumentation.....	73
4.1.2	Änderung der Untersuchungsbedingungen.....	74
4.1.3	Ausbildung der Untersucher.....	76
4.2	Diskussion der Ergebnisse.....	78
4.2.1	Allgemein.....	78



4.2.2	Verteilung der Hüfttypen.....	78
4.2.3	Wertigkeit der Risikofaktoren.....	82
4.2.4	Untersucherabhängigkeit .....	85
4.3	Praktische Relevanz der Ergebnisse.....	88
4.3.1	Verteilung der Hüfttypen.....	88
4.3.2	Risikofaktoren - Risikoscreening.....	88
4.3.3	Dokumentation.....	89
4.3.4	Ausbildung .....	89
5	Zusammenfassung.....	90
5.1	Summary .....	92
6	Anhang.....	94
7	Literaturverzeichnis.....	97
8	Verzeichnis der akademischen Lehrer.....	104
9	Danksagung .....	105

## Abkürzungsverzeichnis:

p = Irrtumswahrscheinlichkeit

$\chi^2$  – nach Pearson = Chi-Quadrat-Test

df = degrees of freedom = Freiheitsgrade

%ZS = % Zeilensumme

%SS = % Spaltensumme

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Einleitung

Die Hüftreifungsstörung des Säuglings ist die häufigste kongenitale Deformität des menschlichen Skelettsystems. Wie epidemiologische Daten zeigen, wird der persistierenden Hüft dysplasie eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von frühzeitigen Hüftgelenksarthrosen zugeschrieben (Gunther, Sturmer et al. 1999; Jacobsen, Sonne-Holm et al. 2005; Reijman, Hazes et al. 2005; Jacobsen 2006). Zudem bestehen bei luxierten Gelenken bedeutende funktionelle Beeinträchtigungen in der kindlichen Entwicklung. Die Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte entwickelte sich nach der Einführung durch Graf (Graf 1980) in den 80er Jahren zum Goldstandard zur Aufdeckung von Hüftreifungsstörungen. Diese werden seitdem deutlich früher erkannt. Die Dringlichkeit eines flächendeckenden Screenings führte dazu, dass die Sonografie der Säuglingshüfte 1996 im Sozialgesetzbuch im Rahmen der U3-Vorsorgeuntersuchung für Kinder gesetzlich verankert wurde (Graf 1984; Pauer, Rossak et al. 1988; Tschauner, Klapsch et al. 1994; Sozialgesetzbuch 2011). Damit verbunden wurde ein Rückgang der Inzidenz der persistierenden Hüftreifungsstörung beobachtet (Grill and Muller 1997; Weitzel 2002; von Kries, Ihme et al. 2003; Wirth, Stratmann et al. 2004). Dies ermöglicht die frühzeitige adäquate Therapie und bis auf wenige Ausnahmen nahezu hundertprozentige Heilung beziehungsweise Hüftgelenksnachreifung (Graf 1997; Tschauner, Hofmann et al. 1997; Weinstein, Mubarak et al. 2004). Mit der Einführung des Ultraschallscreenings wurde eine Methode gefunden, die eine reproduzierbare Darstellung sowie Dokumentation ermöglicht. Durch die zunehmende Erfahrung der Untersucher, Entwicklung hochauflösender Ultraschallgeräte, weitere Standardisierungen und Einführung von Qualitätskontrollen konnte die sonografische Diagnostik weiter verbessert werden. Aufgrund dessen hat sie eine entscheidende Rolle in der Früherkennung von Hüftreifungsstörungen eingenommen und ist aus dieser nicht mehr wegzudenken.

### 1.1.1 Fragestellung

Am Universitätsklinikum Marburg erfolgt das sonografische Screening der Säuglingshüfte nach Graf seit 1985. In dieser Dissertation erfolgt eine retrospektive Analyse anhand folgender Fragestellungen:

- Verteilung der Hüfttypen:
  - Wie stellen sich die epidemiologischen Daten im Marburger Umfeld dar?
  - Gibt es im Zeitverlauf eine Änderung der Hüfttypen nach Graf in der Population?
  - In welchem Ausmaß nimmt sowohl der technische Fortschritt seitens der Ultraschallgeräte als auch die zunehmende Standardisierung der Untersuchungstechnik Einfluss?
  - Inwieweit ist die klinische Untersuchung noch relevant für die Diagnose?
- Überprüfung der Risikofaktoren:
  - Gibt es neue Erkenntnisse über anamnestische und klinische Risikofaktoren?
  - Lassen sich die in der Literatur beschriebenen Zusammenhänge zwischen der Diagnose und dem Geschlecht, der Familienanamnese oder dem Geburtsvorgang bzw. der Lage des Säuglings bestätigen?
- Untersucherabhängigkeit:
  - Gibt es auffällige Unterschiede in der Hüfttypverteilung in Abhängigkeit von der Erfahrung bzw. Anzahl der durchgeführten Untersuchungen?
  - Lassen sich Unterschiede in den Therapieempfehlungen der einzelnen Untersucher darstellen? Haben sich im Laufe der Zeit die Therapieempfehlungen geändert? Ändert sich das therapeutische Vorgehen mit der zunehmenden Erfahrung des Untersuchers?

## 1.2 Definitionen

Die im englischen Sprachgebrauch übliche Bezeichnung „**developmental dysplasia of the hip**“ (DDH) gibt eine treffende und präzise Beschreibung. Die Bezeichnung verdeutlicht, dass es sich bei dem pathophysiologischen Entstehungsmechanismus um eine Entwicklungsstörung des Hüftgelenkes handelt. Der aus dem Griechischen stammende Terminus **Dysplasie** meint eine Fehlbildung, Missbildung oder auch Bildungsstörung („*dys*“ = Schlecht/Fehl-/Miss-, „*plassein*“ = formen/bilden). Es geht also um eine Bildungsstörung beziehungsweise eine Abweichung von der „normalen“ Bildung des Hüftgelenks. Von der Dysplasie ist insbesondere das Pfannendach betroffen. Die knöcherne Formgebung ist mangelhaft und es kommt zur unzureichenden Ossifikation des hyalinknorpelig präformierten Pfannendachs. Der Begriff Dysplasie wird ohne Relation zum Alter des Säuglings verwendet (Niethard and Lorani 1999).

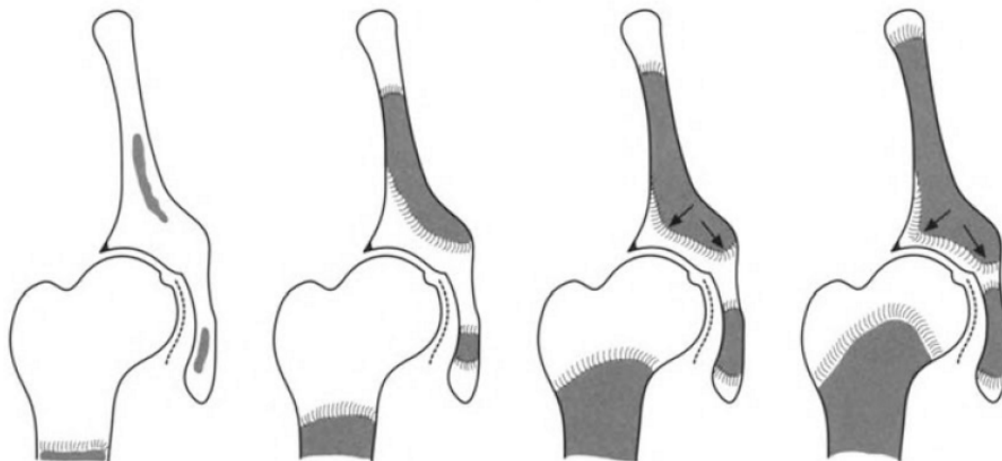
Von einer Luxation spricht man, wenn die Gelenkpartner bleibend voneinander getrennt sind. Dieser Begriff geht nicht näher auf pathoanatomische Deformitäten ein. In der sonografischen Befundbeschreibung empfiehlt Graf bei der Frage nach der Position des Hüftkopfes die Begriffe **zentriert oder dezentriert** zu verwenden (Graf, Lercher et al. 2010).

Die Begriffe **Hüftreifungsstörung oder Hüft dysplasie** haben sich im deutschsprachigen Raum durchgesetzt, da sie dem Entstehungsmechanismus einer multifaktoriellen Fehlbildung oder Reifungsstörung am ehesten gerecht werden. Eine kongenitale Hüftluxation ist eine Seltenheit und größtenteils mit anderen Fehlbildungen vergesellschaftet (Niethard and Lorani 1999).

### 1.3 Anatomie, Ätiologie und Pathogenese

Das Hüftgelenk ist ein synoviales Kugelgelenk, in dem der Kopf des Femurs mit dem pfannenartigen Azetabulum des Beckens einschließlich der Facies lunata artikuliert. Zusätzlich zum Azetabulum wird der Femurkopf durch das aus knorpeligen Fasern bestehende Labrum acetabulare umschlossen, dabei werden ungefähr zwei Drittel des Gelenkkopfes umfasst. Das Hüftgelenk ist von einer Gelenkkapsel umhüllt. Diese stabilisiert mit einigen Bändern (Lig. iliofemorale, ischiofemorale und pubofemorale) das Hüftgelenk und verhindert so eine Luxation, trotz relativ großer Bewegungsfreiheit. Die Blutversorgung des Hüftkopfes erfolgt durch Äste der Arteria circumflexa femoris lateralis und medialis, welche aus der Arteria profunda femoris abzweigen. In der Wachstumsphase wird der Hüftkopf zusätzlich über die Arteria capitis femoris versorgt, welche im Ligamentum capitis femoris intraartikulär verläuft (Tschauner 1999).

Abbildung 1.1 Enchondrale Ossifikation des Hüftpfannendaches (Schilt 1993)



Die Abbildung 1.1 zeigt schematisch die Ossifikation des Pfannendaches und des proximalen Femurs. Hierbei kann es, wie oben beschrieben, zu einer Fehlbildung oder Bildungsstörung kommen. Die Hüftgelenksdysplasie oder der dezentrierte Hüftkopf ist eine multifaktoriell bedingte Erkrankung. Ätiologisch sind endogene sowie exogene Faktoren von Bedeutung.

Die Genetik scheint als endogener Faktor relevant zu sein, denn die Hüftdysplasie tritt familiär gehäuft auf. Das Risiko bei positiver Familienanamnese für eine Hüftdysplasie wird mit ca. 10 % angegeben (Falliner, Hahne et al. 1996). Stevenson et al. konnte ein zwölfmal erhöhtes Risiko für direkte Nachkommen ausmachen (Stevenson, Mineau et al. 2009).

Weiterhin ist als endogener Faktor der Einfluss der mütterlichen Hormone Östrogen und Relaxin zu berücksichtigen. Dies führt im Besonderen bei weiblichen Feten und Säuglingen zur vermehrten Elastizität der Gelenkkapsel und kann somit eine Hüftluxation begünstigen (Niethard and Lorani 1999).

Die exogenen Faktoren lassen sich nochmals in Faktoren vor und nach der Geburt einteilen. Vor der Geburt wird die Hüftgelenksreifung vor allem im letzten Teil der Schwangerschaft durch die zunehmende Enge und somit fehlende Bewegungsfreiheit der Beine im Uterus gestört. Der mechanische Druck des Femurkopfes gegen den knorpeligen Pfannenrand bei adduzierten Beinen kann zur Reifungsstörung bzw. Dysplasie führen. Diese räumliche Enge wird bei Erstschwangerschaft durch die noch nicht gedehnte Muskulatur der Bauchdecke und des Uterus verstärkt. Als weitere mechanische Faktoren sind der Fruchtwassermangel (Oligohydramnion) und die Beckenendlage zu nennen (Niethard and Lorani 1999).

Nach der Geburt gilt die physiologische Sitz-Hock-Stellung der Beine als optimale Position zur Nachreifung der Hüfte. Werden die Beine zum Beispiel forciert in gestreckter Position gewickelt, kommt es zu ähnlichen Mechanismen wie bei der intrauterinen Raumnot (Akman, Korkmaz et al. 2007). Ein fehlender oder erniedrigter Muskeltonus, ohne auf die Ursache hierfür weiter einzugehen, kann ebenfalls eine Reifungsstörung begünstigen (Niethard and Lorani 1999). Als sekundäre Dysplasie kann die Hüftdysplasie auch durch andere Grunderkrankungen bedingt sein, wobei hier vor allem neuromuskulären Erkrankungen (z.B. Meningomyelozenen, Zerebralparesen, Arthrogryposis multiplex congenita) und die bakterielle Säuglingscoxitis zu nennen sind.

## 1.4 Natürlicher Verlauf der Hüft dysplasie

In der Literatur herrscht weitestgehend Einigkeit darüber, eine frühe Diagnosestellung und somit frühestmögliche Therapieeinleitung anzustreben (De Pellegrin and Tessari 1996). Die Reifungskurve von Tschauner et al. verdeutlicht das Entwicklungspotential der ersten sechs bzw. zwölf Wochen. In diesem Zeitraum besteht eine hohe Nachreifungspotenz. Je früher die Therapie eingeleitet wird, desto kürzer wird sie benötigt und desto weniger invasiv ist sie meist (Tschauner, Klapsch et al. 1994).

Durch die bereits beschriebene Einführung des Ultraschallscreenings ist die Inzidenz der persistierenden Hüft dysplasie bzw. von dezentrierten Gelenke zurückgegangen (De Pellegrin and Tessari 1996; Grill and Muller 1997; Anderssen, Silberg et al. 2000; von Kries, Ihme et al. 2003; Ihme, Altenhofen et al. 2008).

Wird die Hüft dysplasie jedoch nicht erkannt oder nicht adäquat behandelt, kann dies zur präarthrotischen Deformität führen. Diese wiederum kann zur sekundären Dysplasiecoxarthrose führen, die häufig eine Behandlung mit früherem Lebensalter notwendig macht als die primäre Coxarthrose. Für diese Patienten ergibt sich somit ein meist langandauernder schmerzhafter Krankheits- und Behandlungsprozess (Weinstein 1987).

## 1.5 Epidemiologie und Risikofaktoren

Die Hüftreifungsstörung zählt zu den häufigsten angeborenen Skeletterkrankungen weltweit. Sie wird in Deutschland bei etwa 2 bis 4 % aller Geburten beobachtet. Um manifeste Hüftgelenksluxationen handelt es sich jedoch nur in 0,2 bis 0,4 % der Fälle, was bei ca. 700.000 Geburten in Deutschland jährlich ca. 21.000 Hüftreifungsstörungen und 1.400 Hüftluxationen entsprechen würde (Konermann, Gruber et al. 1999).

Die Geschlechterverteilung bei der Hüftgelenksluxation, männlich zu weiblich, wird mit 1:4 bis 1:8 angegeben, wobei bei der Hüftreifungsstörung eine annähernd gleichmäßige Verteilung auf die Geschlechter vermutet wird (Treiber, Tomazic et al. 2008; Vencalkova and Janata 2009).

Häufiger zeigt die linke Hüfte Auffälligkeiten, hier werden Werte bis zu 75 % angegeben. Als Hauptursache wird die am häufigsten vorkommende erste Hinterhauptslage der Feten und somit der mechanische Faktor angeführt. Hierbei liegt das linke Bein dem mütterlichen Becken zugewandt und wird dadurch adduziert bzw. in der Bewegung eingeschränkt (Niethard and Lorani 1999). Weitere Risikofaktoren wie Erstschwangerschaft, Oligohydramnion und Beckenendlage sprechen ebenfalls für mechanische Einflüsse, die zur Hüftreifungsstörung führen können (Bache, Clegg et al. 2002).

Außerdem gibt es bei der Inzidenz der Dysplasie auch regionale Unterschiede. Man spricht von sogenannten „Dysplasienestern“, die ursächlich genetische und exogene Faktoren haben können. Höhere Inzidenzen findet man in den slawischen Ländern (Vencalkova and Janata 2009) sowie regional zum Beispiel in Sachsen und Hessen. Eine herausragende Häufigkeit wird in Japan oder bei den Inuits (Eskimos) und nordamerikanischen Ureinwohnern beschrieben, wo die Säuglinge häufig in Hüftstreckung gewickelt werden (Coleman 1968). Dagegen gilt die Hüftluxation in China, Südostasien und Afrika als sehr selten, da hier der Säugling meist in Hockstellung an die Mutter gebunden wird (Edelstein 1966; Niethard and Lorani 1999). Eine Studie zeigte unter anderem eine Inzidenz der Hüftreifungsstörung nahe 0 % bei Neugeborenen äthiopischer Juden (Bialik and Berant 1997).



## 2 Material und Methoden

---

### 2.1 Studiendesign

Zur Evaluierung des sonografischen Screenings der Säuglingshüfte wurden die Befunddokumentationen von 18.247 Untersuchungen retrospektiv ausgewertet.

In die Studie eingeschlossen wurden alle Säuglinge, die zwischen dem 30.07.1985 und dem 23.03.2009 am Universitätsklinikum Marburg geboren wurden und von Ärztinnen und Ärzten der Klinik für Orthopädie und Rheumatologie Marburg sonographisch untersucht wurden. Die Untersuchungen fanden in der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe Marburg an drei Untersuchungstagen (Montag, Mittwoch, Freitag) statt. Nach dem Umzug der Klinik auf die Lahnberge, fanden die Untersuchungen in dem in Abbildung 2.1 dargestellten Untersuchungsraum statt. In der Auswertung wurden nur Erstuntersuchungen berücksichtigt, Folgeuntersuchungen wurden in dieser Studie nicht eingeschlossen.

Abbildung 2.1 Untersuchungsraum



Es wurden im Beobachtungszeitraum drei Ultraschallgeräte eingesetzt. Zuletzt wurde das Ultraschallgerät der Firma Siemens medical®: Sonoline G60 S® verwendet (Abbildung 2.1), zuvor Sonoline PRIMA® (Siemens medical®). Beide Siemensgeräte waren mit einem 7,5-MHz-Linearschallkopf ausgestattet. Über das initial verwendete Ultraschallgerät liegt keine Gerätebeschreibung vor.

Die Einteilung der Hüfttypen erfolgte stets nach der Graf-Klassifikation (Graf 1984) und die Winkelbestimmung konventionell mit Hilfe eines Winkelmessers auf einem Papierausdruck des Ultraschallbildes. Es wurde keine digitale Messung durchgeführt.

Im gesamten Zeitraum erfolgte die Untersuchung auf einer herkömmlichen Untersuchungs- bzw. Wickelunterlage. Speziell vorgesehene Lagerungsschalen kamen nur in Kontrolluntersuchungen im Kontext der Sprechstunde bzw. Poliklinik zum Einsatz. Eine Schallkopfführung war bis 2009 nicht vorhanden.

## 2.2 Grundlagen zur Untersuchung

### 2.2.1 **Klinische Untersuchung der Säuglingshüfte**

Durch Einführung des sonografischen Screenings hat die klinische Untersuchung deutlich an Bedeutung verloren. Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts war sie jedoch die einzige Methode, um pathologische Hüftbefunde bzw. Hüftluxationen diagnostizieren zu können. In der Literatur ist bereits in Hippokrates' (460-370 v. Chr.) Sammelwerk „Über die Einrenkung der Gelenke“ von der Hüftluxation die Rede. Es findet sich in der Literatur eine Vielzahl von beschriebenen klinischen Zeichen. Einige der klinischen Untersuchungsmethoden werden nicht mehr empfohlen, da sie nach heutigem Wissen die Hüfte der Säuglinge schädigen können. Heutzutage sollte die klinische Untersuchung mit den unten aufgeführten Aspekten ergänzend zur sonografischen Diagnostik durchgeführt werden, zur alleinigen Diagnosestellung ist sie unzureichend. Beispielfhaft werden hier die gängigen klinischen Zeichen und Untersuchungen aufgeführt.

#### 2.2.1.1 **Inspektion**

Bei der Inspektion stehen nur wenig sensitive Zeichen zur Verfügung, die jedoch Hinweise geben können. Die Asymmetrie der Hautfalten im Beckenbereich (Gluteal-, Anal- und Inguinalfalten) kann ein Hinweis für eine Luxation oder Dysplasie der Hüfte sein. Ebenso sollte eine asymmetrische Beinhaltung aufmerksam beobachtet werden. Weiterhin kann die Beinlänge überprüft werden. Eine Längendifferenz sollte dokumentiert und ihr weiter nachgegangen werden (Gruber 1999).

#### 2.2.1.2 **Klinische Zeichen**

Bei der Prüfung der Gelenkbeweglichkeit ist auf eine Abspreizhemmung zu achten, die bei pathologischen Hüftbefunden vorliegen kann. Bei Neugeborenen findet sich eine Abspreizhemmung sehr selten, sie gewinnt erst ab dem zweiten Lebensmonat an Bedeutung und Aussagekraft (Tönnis 1984).

Zusätzlich kann das Ludloff-Hohmann-Zeichen verwendet werden, bei dem als positives Zeichen in 90° Hüftbeugung und 70° Abduktion das Kniegelenk der betroffenen Seite gestreckt werden kann. Bei einer physiologischen Hüftgelenksstellung ist dies wegen der ischiokruralen Muskulatur nicht möglich (Gruber 1999).

Das Roser-Ortolani-Zeichen mit dem Schnapp-Phänomen galt lange als wichtigstes Zeichen der Hüftgelenksinstabilität. Hierbei werden in Rückenlage des Säuglings die zunächst adduzierten Beine in 90° Beugung im Hüft- und Kniegelenk unter axialem Druck abduziert. Bei positivem Zeichen wird ein hör- und spürbares Schnappen wahrgenommen, welches der Reposition des Hüftgelenks entspricht (Gruber 1999). Dieses Manöver kann jedoch durch die Druckbelastung den Gelenkknorpel schädigen und wird nicht mehr unumstritten empfohlen. Zudem muss es von dem deutlich häufiger auftretenden Dry-hip-click-Phänomen unterschieden werden, welches als feines Klicken wahrgenommen wird, ohne dass eine sichere Luxation vorliegt.

## **2.2.2 Sonografische Untersuchung der Säuglingshüfte**

Nach Graf sind die drei Standbeine der Hüftsonografie folgende:

- Abtasttechnik
- Anatomische Identifizierung (Checkliste 1)
- Brauchbarkeitsprüfung (Checkliste 2)

### **2.2.2.1 Abtasttechnik**

In einem korrekten Sonogramm der Säuglingshüfte müssen der Unterrand des Os Ilium, die korrekte Schnittebene und das Labrum Acetabulare gleichzeitig abgebildet werden. Durch diese drei Punkte kann im Dreidimensionalen eine Ebene festgelegt werden und somit wird das Sonogramm reproduzierbar. Da diese Strukturen gerade beim Säugling sehr klein sind, besteht die Schwierigkeit, sie gleichzeitig darzustellen. Hinzukommend kann die Untersuchung durch die mögliche Unruhe des Säuglings erheblich erschwert werden, insbesondere bei längerer Dauer der Untersuchung. Somit ist ein schnelles und einfaches Verfahren notwendig, um das entsprechende Bild einstellen und die richtige Diagnose stellen zu können.

Um die korrekte Schnittebene schnell zu finden, ist eine standardisierte Lagerung des Säuglings nötig. Das Kind soll streng seitlich zu liegen kommen und der Schallkopf exakt horizontal aufgesetzt werden. Hierzu können Lagerungsschalen sowie Schallkopfführung hilfreich sein.

Organisatorisch sollte der Mutter bzw. den Eltern möglichst genug Zeit gegeben werden, das Kind in einem Vorraum zu entkleiden und gegebenenfalls zu reinigen. In dieser Zeit kann das Ultraschallgerät vorbereitet werden indem die Patientendaten eingegeben werden. Die Mutter sollte möglichst in den Untersuchungsvorgang involviert werden, um bei Bedarf das Kind beruhigen zu können. Dazu sollte sie auf der gegenüberliegenden Seite des Untersuchungstisches stehen, ihre rechte Hand auf die Schulter des Kindes legen und es mit der linken Hand gegebenenfalls am Kopf streicheln.

Beim eigentlichen Untersuchungsvorgang mit der Abtasttechnik wird zuerst die rechte Hüfte untersucht. Dazu rotiert der Untersucher mit seiner linken Hand das rechte Bein des Kindes leicht nach innen. Anschließend erfolgt das Auftragen des Ultraschallgels direkt auf die Haut. Linker Daumen, Zeige- und Mittelfinger werden geschlossen auf den Trochanter gesetzt und der Schallkopf von oben parallel zum Rand der Lagerungsschale aufgesetzt, indem er die Finger auseinander drängt. Beide Arme sollten sich beim Vorgang entspannt auf der Lagerungsschale abstützen können.

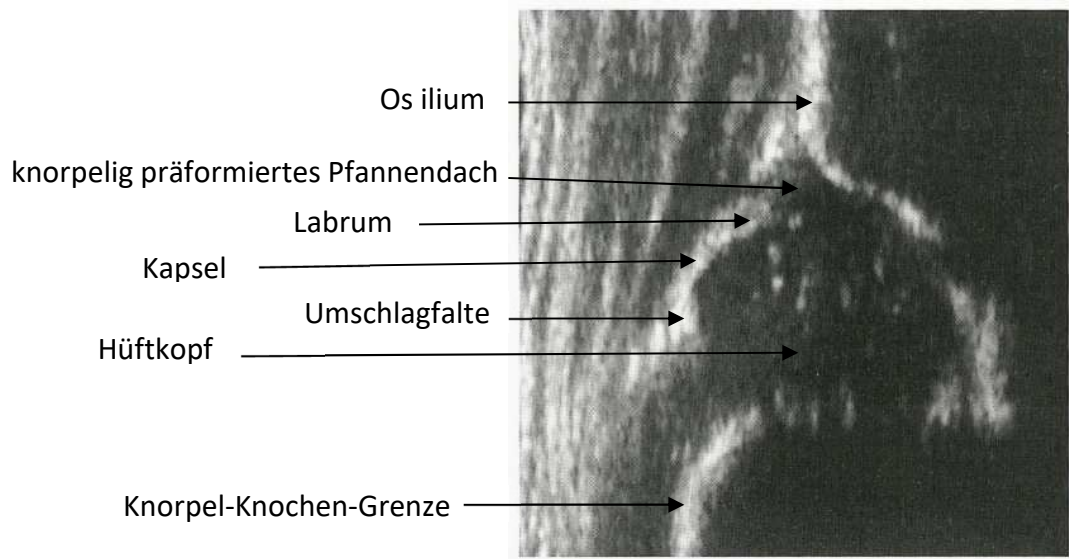
Nun wird der Schallkopf nach dorsal und ventral mit immer kleiner werdenden Bewegungen verschoben. Der Blick des Untersuchers ist dabei auf den Monitor gerichtet. Sobald der Unterrand des Os Ilium abgebildet ist, sollte das Bild möglichst per Fußschalter angehalten werden. Am gestoppten Bild orientiert sich der Untersucher über den Schnitt am Pfannendach und korrigiert diesen, wenn nötig, durch Nachdrehen des Schallkopfes unter Sicht. Nun erfolgt das Freigeben des Bildes sowie erneut immer kleiner werdende Bewegungen vor und zurück in der neu eingestellten Ebene. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis die Schnittebene korrekt ist. In dieser Abtasttechnik ist die dritte notwendige Struktur - das Labrum - automatisch mitdargestellt. Es müssen zwei zeitversetzte Bilder erstellt und zur Dokumentation ausgedruckt werden.

Anschließend wird der Säugling auf die rechte Seite gedreht und analog zur rechten Seite die linke Hüfte untersucht. Einziger Unterschied hierbei ist, dass bei der linken Hand nur Daumen und Zeigefinger auf den Trochanter gelegt werden, während die übrigen abgespreizten Finger das linke Bein in der Schale halten.

### **2.2.2.2 Anatomische Identifizierung**

Bevor das erstellte Sonogramm zur Diagnosestellung verwendet wird, müssen zwei Checklisten abgearbeitet werden. Checkliste 1 wird auch Anatomische Identifizierung genannt. Die weiter unten beschriebenen Strukturen müssen einwandfrei und konsequent identifiziert werden, um das Sonogramm sicher einschätzen und beurteilen zu können. Es folgen die sieben Punkte der Checkliste mit Abbildung 2.2 zur Veranschaulichung.

Abbildung 2.2 Sonoanatomie zur anatomischen Identifizierung



### 1. Knorpel-Knochen-Grenze

- Sie trennt die proximalen knorpeligen Femuranteile von dem bereits verknöcherten Femur.

### 2. Hüftkopf

- Wichtig: Der Hüftkopf ist beim Säugling nicht rund, eher nussförmig.
- Bei hochauflösenden Ultraschallgeräten sind im Hüftkopf Echos durch Sinusoide zu sehen.
- Beginnt der Hüftkopfkern zu verknöchern, sieht man als Halbmondphänom den Hüftkopfkern.

### 3. Umschlagfalte

- Sie ist der Übergang des Trochanter-Perichondriums in die Gelenkkapsel.

### 4. Gelenkkapsel

### 5. Labrum Acetabulare

- Vier Definitionen um das Labrum sicher zu identifizieren: Das Labrum...

- i. ... befindet sich dort, wo sich die Kapsel vom Hüftkopf abhebt.
- ii. ... befindet sich unter dem „Perichondriumloch“.
- iii. ... befindet sich lateral-distal vom knorpeligen Pfannendach.
- iv. ... hat immer Hüftkopfkontakt.

#### **6. Standardreihe (Labrum, Knorpel, Knochen)**

- Die Standardreihe dient dazu, den Knorpel zu identifizieren, welcher zwischen Labrum und dem Knochen des Os ilium liegt.

#### **7. Erkerpunkt / Umschlagpunkt**

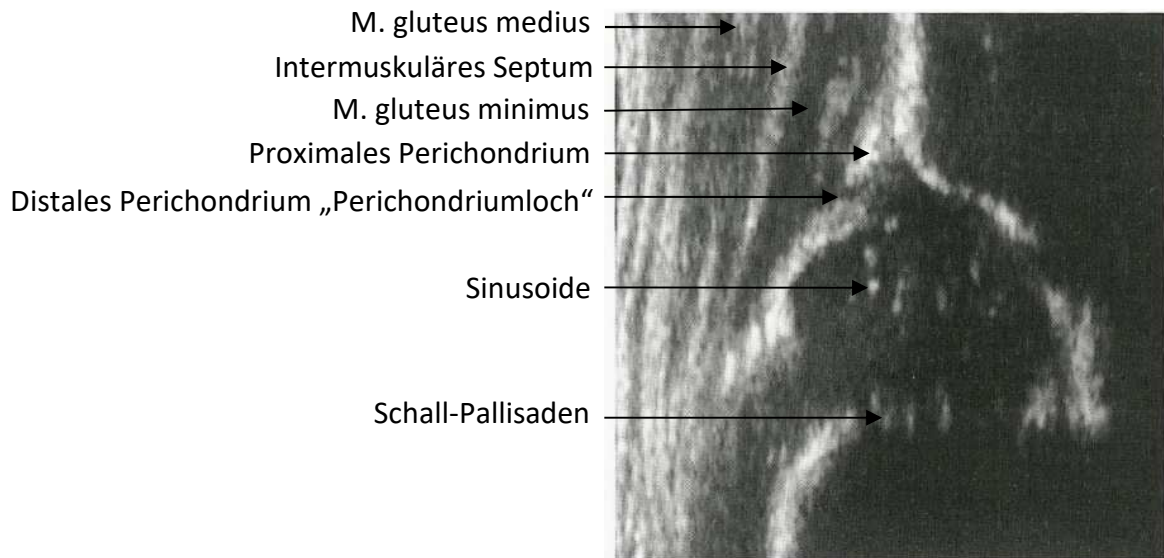
- Er ist definiert als Umschlagpunkt von der Pfannenkonkavität zur – konvexität.

In Abbildung 2.3 sind weitere anatomische Strukturen zu sehen, die nicht zur Checkliste gehören. Jedoch ist die Kenntnis über diese Strukturen obligat. Der als proximales Perichondrium bezeichnete Echoreflex besteht aus dem Caput reflexum des M. rectus femoris, dem Gelenkkapselfettpolster und dem eigentlichen proximalen Perichondrium. Der Ansatz dieser Strukturen wird auch als Z-Punkt bezeichnet und ist für das Einzeichnen der Grundlinie signifikant.

Das sogenannte „Perichondriumloch“ ist der echoärmere distale Perichondriumanteil. Je nach Auflösungsvermögen des Ultraschallgerätes kann man im Hüftkopf Sinusoide abgrenzen. Ein häufiges Phänomen an der Knorpel-Knochen-Grenze sind „Schall-Pallisaden“.



Abbildung 2.3 Sonoanatomie



### 2.2.2.3 Brauchbarkeitsprüfung

Die Brauchbarkeitsprüfung wird auch als Checkliste 2 bezeichnet. Diese besteht aus drei Landmarks, die konsequent abgebildet werden müssen, denn sonst darf das Sonogramm unter keinen Umständen verwendet werden.

#### 1. Unterrand des Os ilium

Dieser Unterrand ist stark echogebend und liegt in der Mitte des Acetabulums. Es gibt mehrere Strukturen, die als Unterrand fehlinterpretiert werden können: Sinusoide unter dem Unterrand, Fettgewebe am Unterrand oder das Lig. capitis femoris, welches als runde Struktur vor dem Unterrand liegen kann. Der Unterrand muss immer abgebildet sein, ansonsten darf das Sonogramm nicht verwendet werden. Einzige Ausnahme ist ein dezentrierter Hüftkopf, welcher die Standardebene verlassen hat (meist nach dorsal luxiert).

#### 2. Schnittebene

Das Hüftgelenk muss im mittleren Pfannendachbereich abgebildet sein. Bei diesem mittleren Schnitt verläuft die Darmbeinsilhouette gestreckt. Bei einem zu dorsalen Schnitt hingegen verläuft die Darmbeinsilhouette muldenförmig und beim ventralen Schnitt neigt sich die Silhouette zum Schallkopf hin.

### 3. Labrum

Als drittes Landmark dient das Labrum, um eine Ebene definieren zu können. Es verhindert somit nach Einstellen der zwei Landmarks einen schrägen Schnitt. Bei dezentrierten Gelenken ist die Identifikation nicht immer einfach, sodass in diesem Fall von den o.g. Labrumdefinitionen nur noch mindestens zwei zutreffen müssen.

#### 2.2.2.4 Typeneinteilung

Zur Beschreibung und Klassifizierung der Hüfte mit knöcherner und knorpeliger Pfanne in Korrelation zum Alter des Säuglings soll die sonographische Typisierung durchgeführt werden. Eine Übersicht gibt die nachfolgende Tabelle 2.1.

Grundsätzlich ist eine Typ I-Hüfte ein voll ausgereiftes Hüftgelenk. Bei der Typ II-Hüfte ist das knöchern-knorpelige Pfannendachverhältnis zu Ungunsten der knöchernen Pfanne verschoben. Somit übergreift das Pfannendach den Hüftkopf und hält ihn zentriert in der Pfanne, jedoch ist der knorpelige Anteil größer als der knöcherne. Bei Typ III- und IV-Hüften handelt es sich um dezentrierte Gelenke. Die Unterscheidung liegt darin, wohin das knorpelig präformierte Pfannendach verdrängt wird.

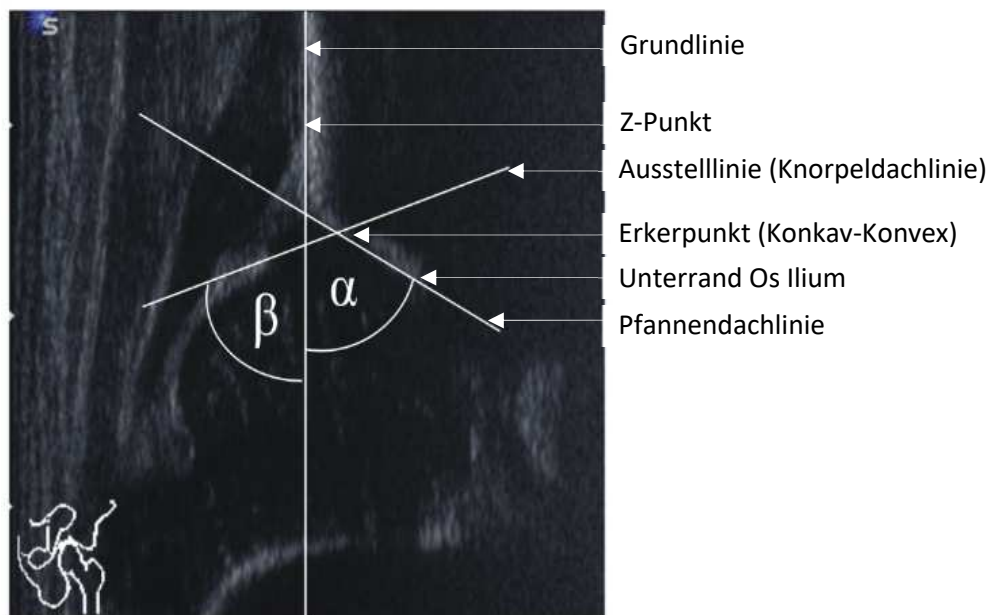
Wie in der Tabelle 2.1 zu sehen ist, kann die Typisierung deskriptiv erfolgen. Hier kann die knöcherne Formgebung beziehungsweise die knöcherne Pfanne als gut, ausreichend, mangelhaft, hochgradig mangelhaft oder schlecht beschrieben werden. Das knöcherne Erkerareal kann als eckig, stumpf, rund oder flach beschrieben werden. Für das knorpelig präformierte Pfannendach stehen die deskriptiven Begriffe übergreifend, noch übergreifend oder verdrängt zur Verfügung. Bei einem verdrängten knorpelig präformierten Pfannendach ist wichtig zu differenzieren, ob es nach kranial oder mediokaudal verdrängt wird, dies wird am Perichondriumverlauf sonographisch sichtbar.

Tabelle 2.1 Beschreibung der Hüfttypen (Graf, Lercher et al. 2010)

Hüfttyp	Knöcherne Formgebung Knochenwinkel $\alpha$	Knöchern Erker- areal	Knorpelig präform. Pfannendach Knorpelwinkel $\beta$
Typ I reifes Hüftgelenk	gut $\alpha \geq 60^\circ$	eckig/ stumpf	übergreifend <b>Ia</b> - $\beta < 55^\circ$ <b>Ib</b> - $\beta > 55^\circ$
Typ IIa + altersentsprechend < 12 Lebenswoche	ausreichend $\alpha = 50 - 59^\circ$	rund	übergreifend
Typ IIa - mit Reifungsdefizit < 12 Lebenswoche	mangelhaft $\alpha = 50 - 59^\circ$	rund	übergreifend
Typ IIb Verknöcherungs- verzögerung > 12 Lebenswoche	mangelhaft $\alpha = 50 - 59^\circ$	rund	übergreifend
Typ IIc / IIg (alt) Gefährdungsbereich jedes Alter	hochgradig mangelhaft $\alpha = 43 - 49^\circ$	rund bis flach	noch übergreifend $\beta < 77^\circ$
Typ D am Dezentrieren jedes Alter	hochgradig mangelhaft $\alpha = 43 - 49^\circ$	rund bis flach	verdrängt $\beta > 77^\circ$
Typ III a/b Dezentriertes Gelenk	schlecht $\alpha < 43^\circ$	flach	nach kranial verdrängt ohne Strukturstörung → IIIa mit Strukturstörung → IIIb
Typ IV Dezentriertes Gelenk	schlecht $\alpha < 43^\circ$	flach	nach mediokaudal verdrängt

Des Weiteren sollte die Hüfte messtechnisch typisiert werden. Hierzu werden in der Standardebene drei Linien eingezeichnet. Abbildung 2.4 gibt eine Übersicht über die Linien und Punkte, die beim Einzeichnen relevant sind. Die Pfannendachlinie wird vom Unterrand des Os ilium tangential an die knöcherne Pfanne gelegt, während die Grundlinie vom Z-Punkt, dem Ansatz des proximalen Perichondriums, tangential an das Os ilium gezeichnet wird. Die Ausstelllinie, auch Knorpeldachlinie genannt, wird vom Erkerpunkt, welcher als Umschlagpunkt von der Pfannenkonkavität zur -konvexität definiert ist, durch die Mitte des Labrums gezogen. Die Linien schneiden sich nur bei einem eckigen Erkerareal in einem Punkt. Der Knochenwinkel  $\alpha$  wird zwischen Grund- und Pfannendachlinie gemessen und der  $\beta$  Winkel zwischen Grund- und Ausstelllinie. (Graf, Lercher et al. 2010)

Abbildung 2.4 Messlinien



Es ist von großer Wichtigkeit, dass sich die Deskription und die Winkelwerte bei der Typisierung nicht widersprechen. In einem solchen Fall sind die Deskription und die eingezeichneten Linien zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

## 2.3 Grundlagen der Therapie

Grundsätzlich ist für einen Therapieerfolg eine möglichst genaue Befundbeschreibung essentiell, um das ideale Therapiekonzept wählen zu können. Die Einleitung einer Therapie ohne Befundung mittels bildgebender Verfahren wäre obsolet. Die allgemeinen Therapieziele lassen sich wie folgt zusammenfassen (Graf, Lercher et al. 2010):

- Erreichen eines altersentsprechenden anatomischen Normalzustandes (aus der pathoanatomischen Veränderungen).
- Möglichst frühe Therapieeinleitung, um das Ossifikationspotenzial des Hüftgelenks zu nutzen.
- Vermeiden von Hüftkopfnekrosen und Schädigung bestehender Strukturen und besondere Schonung der Wachstumszonen an der Hüftpfanne.

### 2.3.1 **Konservative Therapie**

#### 2.3.1.1 **Repositionsphase**

Eine Reposition ist nur bei dezentrierten Gelenken notwendig (Typ D, III und IV nach Graf). Das Ziel hierbei ist, den Hüftkopf zentrisch in der Urfanne einzustellen. Dies gelingt gerade bei Neugeborenen meist unproblematisch durch die geschlossene manuelle Reposition. Alternativ können auch „Repositionsorthesen“, wie zum Beispiel die Pavlik-Bandage genutzt werden.

Selten ist bei älteren Kindern – oder auch aus anderen Gründen, wie zum Beispiel eine Bewegungseinschränkung, Adduktorenverkürzung, Interponat oder manuell nicht reponiblen Hüftgelenken – eine Vorbereitungsphase notwendig. In solchen Fällen ist eine Hüftlockerung durch Krankengymnastik und in besonders schweren Fällen durch Extensionsbehandlung (Overheadextension), Adduktorentenotomie oder sogar die offene Reposition erforderlich. Beim Hüfttyp IV kann eine geschlossene Reposition trotz Vorbereitungsmaßnahmen in seltenen Fällen auch nicht möglich sein.

Im Allgemeinen empfiehlt es sich eine sonografiegesteuerte bzw. -kontrollierte Therapie durchzuführen. Als Zentrierungskontrolle kann eine MRT verwendet werden.

### **2.3.1.2 Retentionsphase**

Die Retentionsphase ist für alle ehemals dezentrierten Gelenke (Typ D, III und IV nach Graf) sowie Hüfttyp IIc instabil relevant. Vereinfacht gesagt gilt es als Behandlungsprinzip, den reponierten Hüftkopf in der Primärpfanne zu halten. Da die ausgeweitete und schlaffe Gelenkkapsel sowie das inkongruente, deformierte, hyalinknorpelig präformierte Pfannendach den Hüftkopf nicht in der Primärpfanne halten können, besteht eine instabile Situation. Eine Reluxation ist unbedingt zu vermeiden, um die Reorganisation des hyalinknorpelig präformierten Pfannendachs zu ermöglichen. Auch ein Schrumpfen der ausgeweiteten Gelenkkapsel ist nur unter diesen Konditionen möglich. Es darf daher auf keinen Fall zu Scherdruckkräften auf das knorpelige Pfannendach kommen, weil sonst leicht eine Reluxation mit weiteren Schäden resultieren kann (Matthiessen 1997).

Für die Retention ist eine Kopftiefeinstellung notwendig, welche in Sitzhockposition erreicht wird. Diese Sitzhockposition wird durch eine Flexion im Hüftgelenk von mindestens 90-100° und einer Abduktion von 45-50°, welche für eine zusätzliche Stabilisierung sorgt, erreicht. Eine vermehrte Abduktion würde das Risiko einer Hüftkopfnekrose, aufgrund der abgedrückten Blutversorgung und der erhöhten axialen Druckbelastung zwischen Hüftkopf und Pfanne erhöhen (Tönnis, Itoh et al. 1984). Hier gilt es einen Kompromiss zwischen Stabilität und direkter Druckeinwirkung zu finden.

Sowohl die Remodellierung des Pfannendachs als auch der Schrumpfungsprozess der Gelenkkapsel benötigen erfahrungsgemäß zwei bis vier Wochen (Graf, Lercher et al. 2010). Um eine sichere Fixierung für den gegebenen Zeitraum zu gewährleisten, ist als therapeutisches Mittel der Wahl der modifizierte „Fettweis-Gips“ in beschriebener Sitzhockposition anzusehen.

### 2.3.1.3 Nachreifungsphase

Für die Nachreifungsphase ist eine stabile Hüftsituation unentbehrlich. Der Nachreifung bedürfen folglich Hüftgelenke, die stabil, aber nicht völlig ausgereift sind (Typ IIa(-), IIb, IIc-stabil nach Graf). Für Hüften, die eine Reposition sowie Retention hinter sich haben, schließt sich ebenfalls die Nachreifungsphase an.

Die Behandlung sollte so lange durchgeführt werden, bis ein altersentsprechender Befund vorliegt (sonographischer Typ I nach Graf). Hierfür ist die Ossifikation des hyalinknorpeligen präformierten Pfannendachs der entscheidende Faktor. Es gilt weiterhin das Pfannendach vor Druckeinwirkungen in axialer Richtung zu schützen. Wie schon beschrieben gelingt dies durch die Sitzhockposition, allerdings mit zugelassener Beweglichkeit der Beine. Zu diesem Zweck empfehlen sich „Nachreifungssorthesen“ wie zum Beispiel die Graf-Mittelmeier-Spreizhose oder die Tübinger-Hüftbeugeschiene.

Tabelle 2.2 zeigt eine Übersicht über die Behandlungsphasen mit ihren möglichen Behandlungsmitteln.

Tabelle 2.2 Übersicht über die Behandlungsphasen und mögliche Behandlungsmittel (Graf, Lercher et al. 2010)

Phase	Typ	Mögliche Behandlungen
1. <b>Reposition (luxierte Gelenke)</b>	III-IV Typ D	Overheadextension / manuelle Reposition Repositionsorthese
2. <b>Retention (ehem. luxierte, reponierte, instabile Gelenke)</b>	alle reponierten Gelenke instabile IIc (Ausnahme: instabile Neugeborene IIc)	Sitz-Hock-Gips Retentionsorthese
3. <b>Nachreifung (stabile, „dysplastische“ Gelenke)</b>	alle retenierten Gelenke instabile Neugeborene IIc stabile IIc IIa(-)/IIb	Graf-Mittelmeier-Spreizhose Tübinger Hüftbeugeschiene Weitere Nachreifungssorthese

## 2.3.2 Operative Therapie

Grundsätzlich kann man feststellen, dass die operative Therapie mit Einführung des flächendeckenden Screenings in Deutschland stark zurückgegangen ist. Operative Eingriffe stellen aufgrund der seltenen Notwendigkeit und anspruchsvollen operativen Zugangswegen keinen Routineeingriff dar und sind deshalb spezialisierten Zentren vorbehalten. Hier folgt nur eine Übersicht der bekannten und etablierten operativen Möglichkeiten.

### 2.3.2.1 Offene Reposition

Die Indikation zur offenen Reposition ergibt sich bei misslungenen geschlossenen Repositionsversuchen. Hierbei müssen bei frühzeitigen Eingriffen häufig Repositionshindernisse, wie ein elongiertes Lig. capitis femoris, Fettgewebe oder Kapselinschnürungen durch die Psoassehne, beseitigt werden (Niethard and Pfeil 2005). Bei länger luxierten Gelenken müssen eventuell weitere Maßnahmen, wie eine Verkürzungsosteotomie des Femurs, additiv vorgenommen werden (Hefti 1997). Bei gelungener Reposition werden anschließend analog zur konservativen Therapie die Retentionsphase und die Nachreifungsphase durchlaufen.

### 2.3.2.2 Zusätzliche operative Verfahren

Als zusätzliche operative Verfahren stehen in erster Linie pfannenverbessernde Maßnahmen und Osteotomien am proximalen Femur zur Verfügung. Es besteht eine Vielzahl von Methoden, die alle ihre Vor- und Nachteile mit sich bringen. An dieser Stelle sollen nur einige Verfahren beispielhaft aufgeführt werden.

- **Beckenosteotomie nach Salter:** Hierbei wird das Os Ilium oberhalb des Hüftgelenks osteotomiert. Der untere Beckenanteil wird daraufhin über die Symphyse nach ventral, kaudal und lateral gekippt, sodass eine bessere Überdachung resultiert. Der entstandene Spalt wird mittels Knochenkeil aufgefüllt und durch einen Kirschnerdraht vorübergehend fixiert. Dieses Verfahren ist im deutschsprachigen Raum weit verbreitet (Jani and Arnold 1999).



- **Azetabuloplastik:** Die Technik dieses Verfahrens kann abhängig vom jeweiligen Autor variieren (z.B. Albee, Mittelmeier und Witt, Dega, Pemberton etc.).  
Gemeinsames Prinzip ist die Überdachung des Hüftkopfes durch ein Herunterklappen des Pfannendachs zu verbessern. Dazu wird das Pfannendach in unterschiedlichem Ausmaß aufgemeißelt, heruntergebogen und dann mithilfe von Knochenspanen fixiert (Hefti 1997).
- **Derotations-Varisierungs-Osteotomie:** Bei der kindlichen Hüftluxation besteht häufig eine verstärkte Antetorsion und ein vermehrter Valgus des proximalen Femurs. Wenn durch die Beckenosteotomie oder die Azetabuloplastik keine ausreichende Überdachung erreicht werden kann, liegt die Hoffnung auf diesem Verfahren. Das proximale Femur wird intertrochanter osteotomiert und in derotierter und varisierter Stellung fixiert (Jani and Arnold 1999).
- **Dreidimensionale Pfannenschwenkosteotomie nach Tönnis:** Dieses Verfahren ist besonders schweren Dysplasien sowie Patienten ab einem Alter von 10 Jahren vorbehalten. Bei dieser aufwendigen Methode wird über einen dorsalen Zugang das Os Ilium, Ischii und Pubis osteotomiert. Die Pfanne wird in anterolateraler Richtung über den Hüftkopf geschwenkt, bis dieser kranial symmetrisch bedeckt ist. Anschließend erfolgt die Fixierung in dieser Position mittels Kirschnerdrähten und weiterem Osteosynthesematerial (Krauspe 1999).

## 2.4 Befundbogen

In der Zeit von 1985 bis 2009 gab es insgesamt drei unterschiedliche Befundbögen, die zur Dokumentation der Untersuchungsergebnisse verwendet wurden. Der Bogen wurde im Laufe der Jahre zweimal überarbeitet und entsprechend den wissenschaftlichen Entwicklungen angepasst. Die erste Änderung, bei der zum Beispiel die sonografische Befundbeschreibung hinzugenommen wurde, erfolgte bereits 1986. Bei der zweiten Überarbeitung ging es in erster Linie um eine schnellere Dokumentation und bessere Übersichtlichkeit. Hierfür wurde eine anzukreuzende Auswahlmöglichkeit für die Familienanamnese und die Geburtsumstände hinzugefügt. Neben den Patientendaten und dem Untersuchungsdatum befanden sich auf allen Bögen die Hüfttypbeschreibung nach Graf, die Diagnose, die Therapieempfehlung, die Empfehlung einer Kontrolluntersuchung sowie die Unterschrift des Untersuchers. [siehe Anhang, Befundbogen Nr. 1-3]

Zur Identifizierung des Säuglings wurden Name, Geburtsdatum und das Geschlecht notiert. Des Weiteren wurden die untersuchten Säuglinge mit einer fortlaufenden Nummerierung versehen. Zunächst wurden der Name und das Geburtsdatum des Kindes meist handschriftlich auf dem Bogen vermerkt. Mit Einführung der selbstklebenden Patientenetiketten wurden zusätzlich die Patientenidentifikationsnummer (PID) und Kontaktdaten erfasst.

Anamnestisch wurde erfragt, ob die Familienanamnese für eine Hüftreifungsstörung positiv oder negativ sei, sowie ob Geburtsbesonderheiten vorlagen. Hierzu gab es ab dem zuletzt verwendeten Bogen die folgenden Auswahlmöglichkeiten: Normal, Beckenendlage, Sectio oder Frühgeburt. Zuvor erfolgten diesbezügliche Dokumentationen im Freitextfeld.

Der Säugling wurde jeweils klinisch untersucht und auf dem aktuellsten Bogen aus den folgenden Auswahlmöglichkeiten für rechts und links gewählt: Unauffällig, Spreizhemmung, Locker oder Ortolani positiv. Auch auf dem zuerst verwendeten Bogen gab es Auswahlmöglichkeiten, die allerdings mit Faltenasymmetrie, Abspreizhemmung und Zeichen für eine Instabilität bezeichnet wurden. Im

Gegensatz dazu enthielt die zweite Version des Befundbogens nur ein Freitextfeld. Weitere Auffälligkeiten sowie Komorbiditäten wurden jeweils im Freitext auf den Bögen dokumentiert.

Als sonografisches Untersuchungsergebnis wurde die knöcherne Formgebung, das knöcherne Erkerareal und das Knorpeldach nach morphologischen Kriterien beurteilt. Der erste Bogen enthielt hierfür keine Auswahlmöglichkeiten, zwischen dem zweiten und dritten Bogen gab es nur geringe Änderungen.

Zudem wurden die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  für die jeweilige Hüfte dokumentiert. Bis 1999 wurden die Winkel nur in Ausnahmen dokumentiert und hier meist nur der  $\alpha$ -Winkel als relevant angesehen. Ab 1999 wurde der  $\alpha$ -Winkel und ab 2004 beide Winkelgrößen bis auf wenige Ausnahmen dokumentiert. Seit ca. 1993 wurden die Sonografiebilder ausgedruckt, und zusammen mit dem Durchschlag abgeheftet. Abschließend wurde der sonographisch bestimmte Hüfttyp notiert und mit einer Therapieempfehlung im Freitext versehen. Zusätzlich wurde gegebenenfalls eine Empfehlung zur Wiedervorstellung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gegeben.

Mit der Unterschrift des Untersuchers wurde das Untersuchungsergebnis verifiziert. Zur Qualitätssicherung wurden zusätzlich in einem Buch Name, Geburtsdatum, Diagnose und Therapieempfehlung mit Unterschrift des Untersuchers notiert.

Zu bemerken ist, dass die Dokumentationssorgfalt im Laufe der Jahre deutlich zugenommen hat. Dieses ist auf die Anpassung der Befundbögen, aber auch auf andere Gründe, die später diskutiert werden, zurückzuführen. Für die Gesamtauswertung des Hüfttyps und der Therapieempfehlung lagen vollständige Daten vor. Unvollständige Daten wurden zwar nicht ausgeschlossen, doch konnten nur die dokumentierten Befunde in den entsprechenden Auswertungen berücksichtigt werden.

## 2.5 Datenerhebung

Das Original der Befundbögen wurde den Eltern des Säuglings mit dem Entlassungsbrief mitgegeben. Der Durchschlag der Bögen wurde direkt nach der Untersuchung in der Poliklinik der Orthopädie und Rheumatologie nach Familienname des Säuglings in alphabetischer Reihenfolge abgeheftet. Die Ordner werden bis heute in einem Schrank in einem der Untersuchungsräume verwahrt (Abbildung 2.5). Wenn ein Ordner voll ist, wird der nächste angelegt. Die Anzahl der Bögen in einem Ordner variiert von 89 bis 817.

Die Daten wurden in chronologischer Reihenfolge in eine Microsoft Excel 2007 Tabelle eingegeben.

Abbildung 2.5 Archivierung in der Poliklinik der Orthopädie



Um für die Datenerhebung die jeweilige Untersuchung dem richtigen Untersucher zuordnen zu können, war es nötig, die Arbeitsverträge der Ärzte, die im Zeitraum von 1985 bis 2009 in der Orthopädischen Klinik Marburg beschäftigt waren, nach Unterschriften durchzusuchen. Mit Unterstützung einiger langfristig am Klinikum Marburg beschäftigten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern konnten alle Unterschriften identifiziert und den Untersuchern richtig zugeordnet werden.

## 2.6 Statistische Auswertung

### 2.6.1 Angewandte statistische Verfahren und Auswertung

Die Bearbeitung und statistische Auswertung des verfügbaren Datenmaterials erfolgte mittels der Statistik-Software PASW („Predictive Analytics Software“) Version 18 (bis 2008 SPSS für Windows “Statistical Package for the Social Sciences“). Die Excel-Datei mit den Originaldaten wurde adäquat umcodiert, gegebenenfalls wurden zusätzliche Variablen gebildet.

Für die beschreibende Statistik wurden die Daten differenziert als Fallanzahlen, Mittelwerte, Mediane, Standardabweichungen, Minima, Maxima und insbesondere Häufigkeiten tabellarisch zusammengefasst und nach Bedarf grafisch dargestellt.

Nachfolgende Vergleiche auf Unterschiede oder Zusammenhänge zwischen bestimmten Variablen/Merkmalen wurden mittels adäquater inferenzstatistischer Verfahren durchgeführt. Hierbei dienen  $\chi^2$ -Werte bzw. Kontingenzkoeffizienten und Korrelationskoeffizienten als Prüfgrößen zur Signifikanzprüfung. Eventuelle Unterschiede und/oder Zusammenhänge zwischen Häufigkeitsverteilungen von Variablen konnten somit durch den berechneten  $\chi^2$ -Wert oder den Kontingenzkoeffizienten aufgedeckt werden (Sachs and Hedderich 2006).

### 2.6.2 Hypothesenbildung und Signifikanzprüfung

Es wurde jeweils von der Hypothese ausgegangen, dass zwischen den zu vergleichenden Merkmalen gewisse Unterschiede und/oder Zusammenhänge bestehen. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit auf einem fünfprozentigen Niveau ( $p \leq 0,05$ ) für die verwendeten statistischen Verfahren vereinbart. Für die Signifikanzprüfung der verwendeten Auswertungsverfahren gilt die Irrtumswahrscheinlichkeit für eine zweiseitige Fragestellung.

### 2.6.3 Variablen

Die folgende Tabelle 2.3 enthält die für diese Untersuchung berücksichtigten Variablen.

Tabelle 2.3 Variablen - Kodierung und Erläuterung

<b>Code</b>	<b>Variablen- Bezeichnung</b>	<b>Value Labels</b>
<b>V01</b>	Nr	<b>Probanden-Nummer</b>
<b>V02</b>	Lfd-Nr	<b>Laufende Nummer</b>
<b>V03</b>	Geschlecht	<b>1=männlich, 2=weiblich</b>
<b>V04</b>	Geburts-Datum	
<b>V05</b>	Untersuchungs-Datum	
<b>V06</b>	Alter (Tage)	
<b>V07</b>	Familien-Anamnese	<b>1=positiv, 2=negativ</b>
<b>V08</b>	Geburt	<b>1=spontan, 2=sectio, 3=BEL, 4=Frühgeburt, 5=sectio+BEL, 6= sectio+ Frühgeburt</b>
<b>V09</b>	Spreizhemmung	<b>1=nein, 2=rechts, 3=links, 4=bds</b>
<b>V10</b>	locker	<b>1=nein, 2=rechts, 3=links, 4=bds</b>
<b>V11</b>	Ortolani-Test	<b>1=nein, 2=rechts, 3=links, 4=bds</b>
<b>V12</b>	Falten-Asymmetrie	<b>1=nein, 2=ja</b>
<b>V13</b>	knöch. Formg. - re	<b>1=gut, 2=ausreichend, 3=schlecht</b>
<b>V14</b>	knöch. Formg. - li	<b>1=gut, 2=ausreichend, 3=schlecht</b>
<b>V15</b>	knöch. Erker - re	<b>1=eckig-geschw, 2=rund, 3=flach</b>
<b>V16</b>	knöch. Erker - li	<b>1=eckig-geschw, 2=rund, 3=flach</b>
<b>V17</b>	Knorpeldach - re	<b>1=spitz, 2=breit, 3=verdrängt</b>
<b>V18</b>	Knorpeldach - li	<b>1=spitz, 2=breit, 3=verdrängt</b>

<b>V19</b>	$\alpha$ -Winkel re	
<b>V20</b>	$\beta$ -Winkel re	
<b>V21</b>	Diagnose re	<b>Ia=1, Ib=2, IIa=3, IIb=4, IIc=5, D=6, IIg=7, IIIa=8, IIIb=9, IV=10</b>
<b>V22</b>	$\alpha$ -Winkel li	
<b>V23</b>	$\beta$ -Winkel li	
<b>V24</b>	Diagnose li	<b>Ia=1, Ib=2, IIa=3, IIb=4, IIc=5, D=6, IIg=7, IIIa=8, IIIb=9, IV=10</b>
<b>V25</b>	Untersucher	<b>Name des Untersuchers</b>
<b>V26</b>	Therapie	<b>1=keine, 2=breit wickeln, 3=Spreizhose, 4=Tübinger, 5=Fettweisgips</b>
<b>V27</b>	Kontrolle (Wochen)	
<b>V28</b>	Besonderheiten	<b>Komorbidität</b>



## 3 Ergebnisse

---

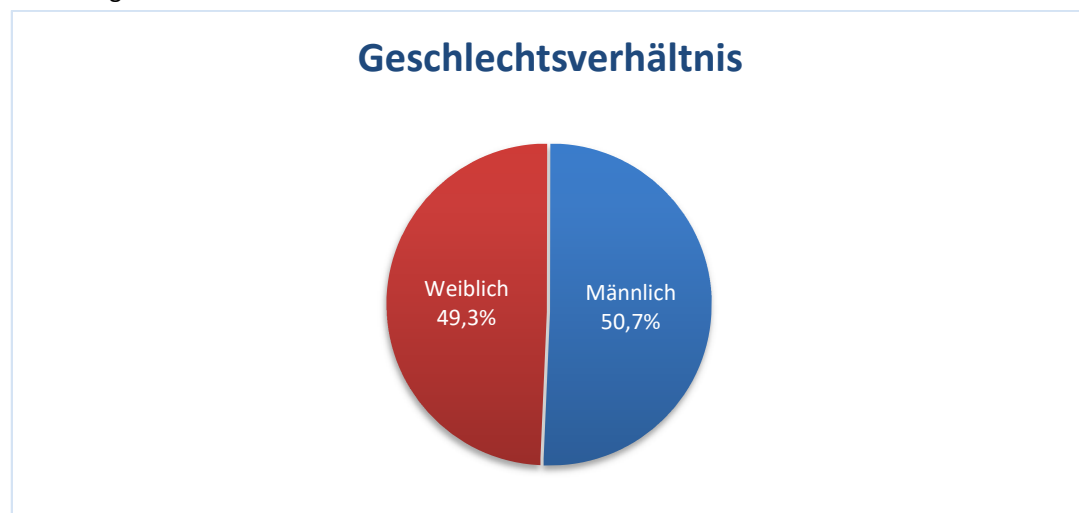
### 3.1 Allgemeines

In den Jahren 1985 bis 2009 wurde am Universitätsklinikum Marburg das sonografische Screening der Säuglingshüfte bei 18.247 Neugeborenen durchgeführt. Somit wurden 36.494 Hüftgelenke untersucht.

Die Untersuchungen fanden postnatal, noch während des Krankenhausaufenthaltes statt. Das Screening erfolgte bei einigen Säuglingen bereits am Tag der Geburt, im Durchschnitt jedoch am ersten bis zweiten Tag nach der Entbindung. Der Mittelwert des Untersuchungstages lag bei 1,67 Tagen postnatal. Untersuchungen nach dem zehnten Lebenstag wurden nicht berücksichtigt.

Von den 18.247 untersuchten Säuglingen waren 50,7 % männlich und 49,3 % weiblich (Abbildung 3.1), welches einem sekundären Geschlechtsverhältnis von 1,03 (männlich zu weiblich) entspricht.

Abbildung 3.1

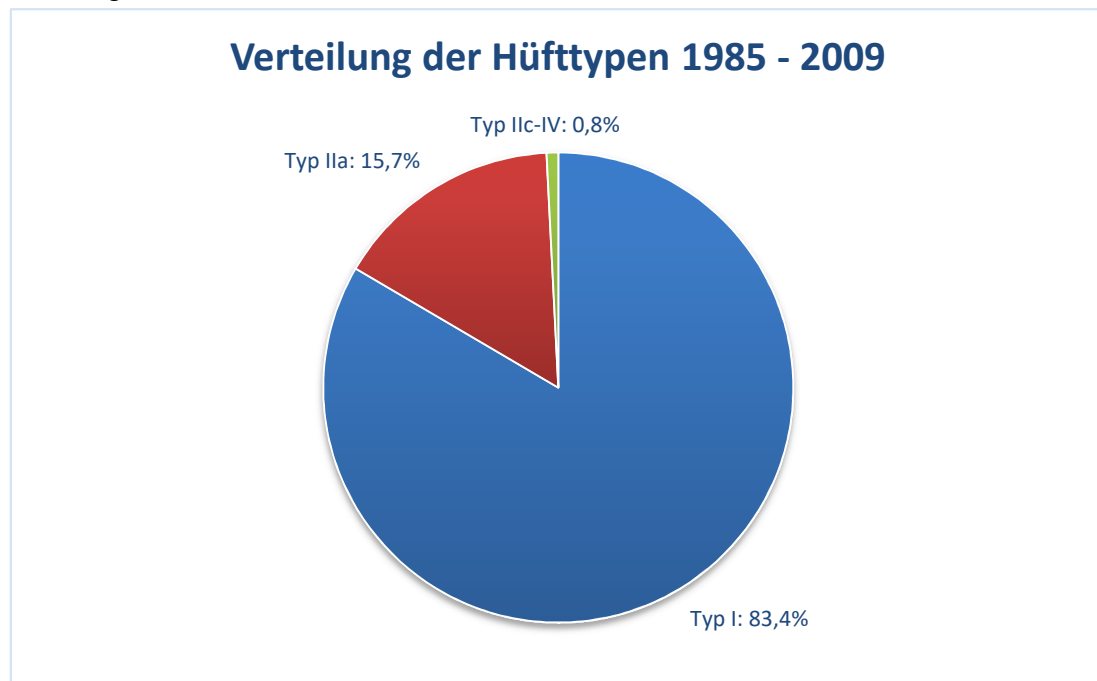


Die Untersuchungen wurden von insgesamt 55 ärztlichen Mitarbeitern der Orthopädischen Klinik durchgeführt. Im Durchschnitt führten die Untersucher 350 Untersuchungen durch, mit einer weiten Spanne von minimal einer Untersuchung bis maximal 1.993 Untersuchungen.

### 3.2 Verteilung der Hüfttypen

Im gesamten Zeitraum von 25 Jahren finden sich bei den 36.494 Hüftgelenken 30.193 reife Hüftgelenke (Typ I). Dies macht einen prozentualen Anteil von 83,4 % aus. Die physiologisch unreife Hüfte (Typ IIa) wurde bei 5.698 Hüftgelenken diagnostiziert, was einem Anteil von 15,7 % entspricht. Einen wesentlich kleineren Anteil (0,8 %) machen die 294 pathologischen Hüften (Typ IIc-IV) aus. Die Verteilung der Hüfttypen wird nochmal grafisch in Abbildung 3.2 dargestellt.

Abbildung 3.2

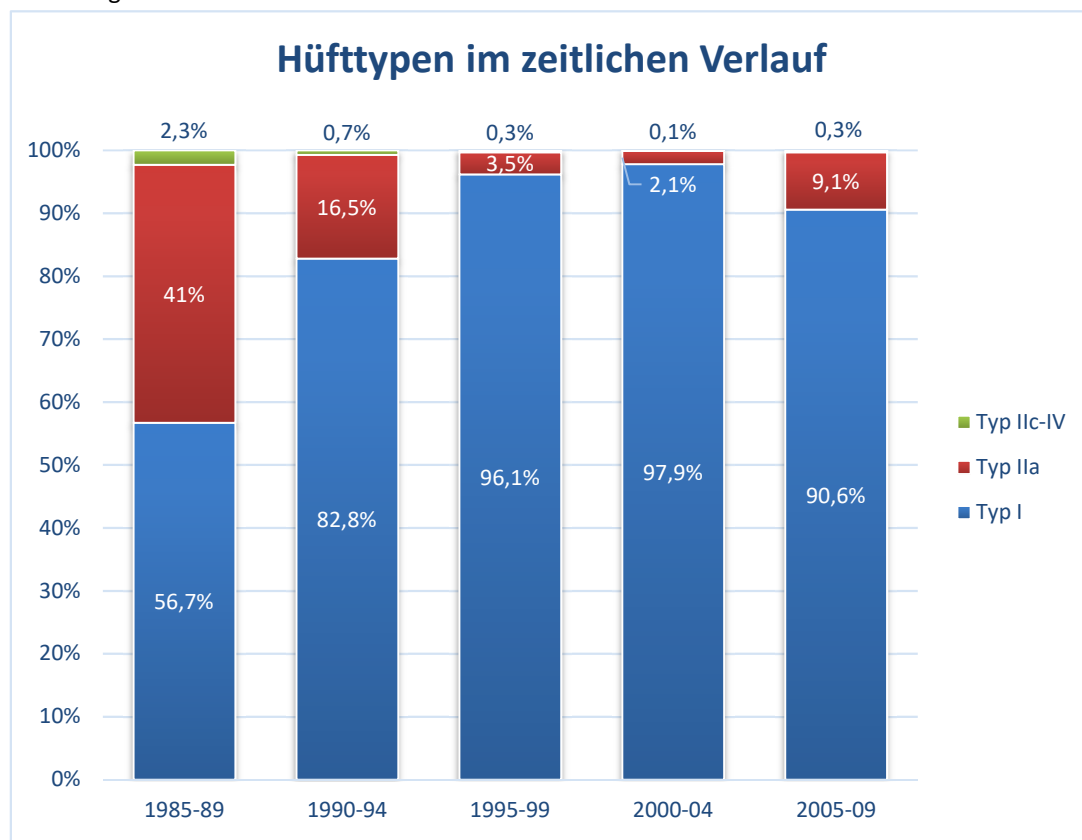


Im Verlauf der 25 Jahre lassen sich auffällige und signifikante Änderungen ( $p < 0,05$ ) in der Verteilung der Hüfttypen feststellen. Zum Vergleich wurden sinnvollerweise 5-Jahresblöcke gebildet und die Diagnosen rechts und links zusammengefasst.

Die Änderungen lassen sich am deutlichsten für den Hüfttyp IIa beobachten. In den Jahren 1985-89 wurden über 40 % der Hüften als physiologisch unreif (Hüfttyp IIa) beschrieben. 1990-94 sank die Anzahl der IIa-Hüften auf 16 %, von 1995-2005 machte die IIa-Hüfte mit 1,7-4 % nur noch einen geringen Anteil aus. Im zuletzt bestimmten Zeitraum 2005-09 betrug der Anteil ca. 9 % (Abbildung 3.3).

Entsprechend änderte sich die Häufigkeit des Hüfttyps I. 1985-89 waren es 56,7 %, in den folgenden Jahresblöcken nahm sie bis zu 97,9 % zu, mit einem Rückgang auf 90,6 % im Zeitraum 2005-09. Die Aufteilung in Ia und Ib-Hüften wurde in der Grafik nicht wiedergegeben. Es ist nur zu beobachten, dass die Ia-Hüfte in den Jahren 1985-94 noch zwischen 11,6 % und 19,5 % der Hüfttypen ausmachte, ab 1995 war der Anteil kleiner als 1,5 %. Der Anteil an Ib-Hüften wurde entsprechend größer.

Abbildung 3.3



Für die bessere Übersicht wurden die Hüfttypen IIc (früher IIg), D, III und IV zusammengefasst. Der Hüfttyp IIb wurde hier nicht diagnostiziert, da es sich nur um direkt postnatale Untersuchungen handelt.

Wie man aus der Tabelle 3.1 entnehmen kann, wurden im Zeitraum von 1985-89 noch 186 Hüften als auffällig (Hüfttyp IIc-IV) beschrieben, was einem Anteil von 2,3 % entspricht. In den folgenden Zeitintervallen waren es dann 64, 21, 6 und 17 Fälle dieser Hüfttypen. Von allen Hüfttypen machten die pathologischen Hüften von 1990-2009 somit einen Anteil von 0,1-0,7 % aus. Hier kann ein insgesamt klarer Rückgang der pathologischen Hüftbefunde im Vergleich zu 1985-89 verzeichnet werden.

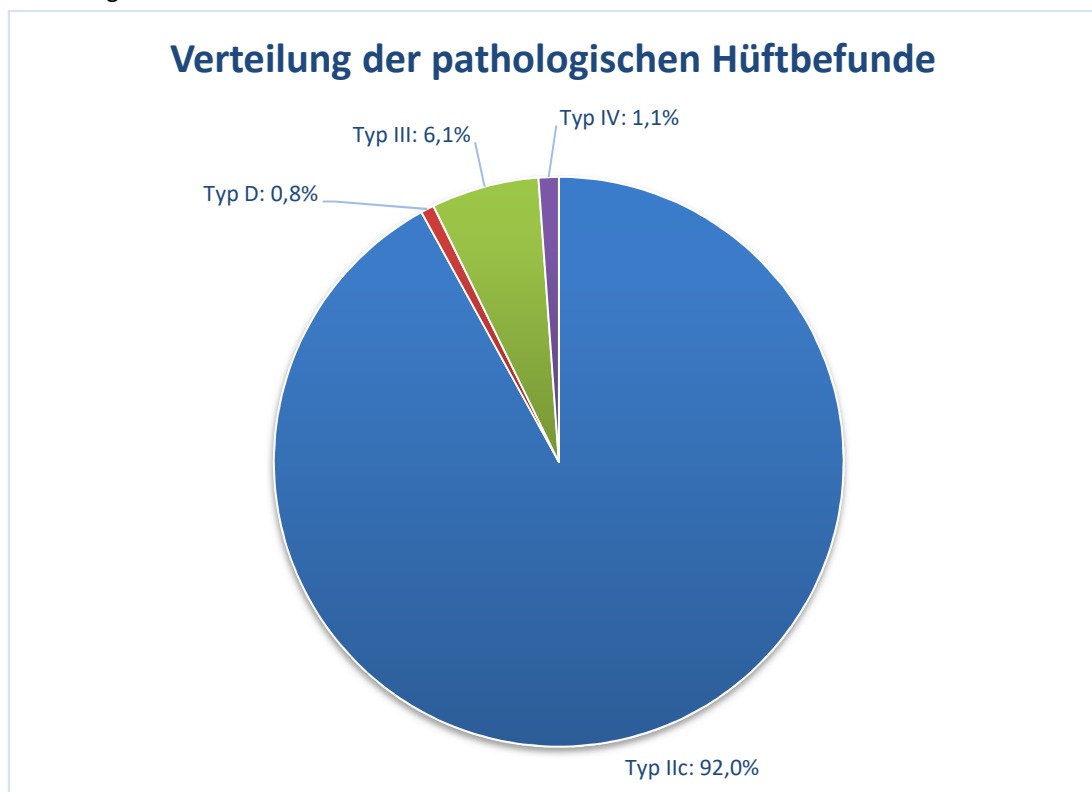
Tabelle 3.1 Hüfttypen (beidseits) in 5-Jahresblöcken

		<b>Hüfttyp rechts + links</b>			
<b>Jahr</b>		<b>I</b>	<b>Ila</b>	<b>IIc-IV</b>	<b>Gesamt</b>
<b>1985-89</b>	Anzahl	4570	3300	186	8056
		56,7%	41,0%	2,3%	100,0%
<b>1990-94</b>	Anzahl	7872	1570	64	9506
		82,8%	16,5%	0,7%	100,0%
<b>1995-99</b>	Anzahl	5822	213	21	6056
		96,1%	3,5%	0,3%	100,0%
<b>2000-04</b>	Anzahl	7334	155	6	7495
		97,9%	2,1%	0,1%	100,0%
<b>2005-09</b>	Anzahl	4595	460	17	5072
		90,6%	9,1%	0,3%	100,0%
<b>Gesamt</b>	Anzahl	30193	5698	294	36185
		83,4%	15,7%	0,8%	100,0%

$\chi^2$  nach Pearson = 6194,217; df = 8; p = 0,0001

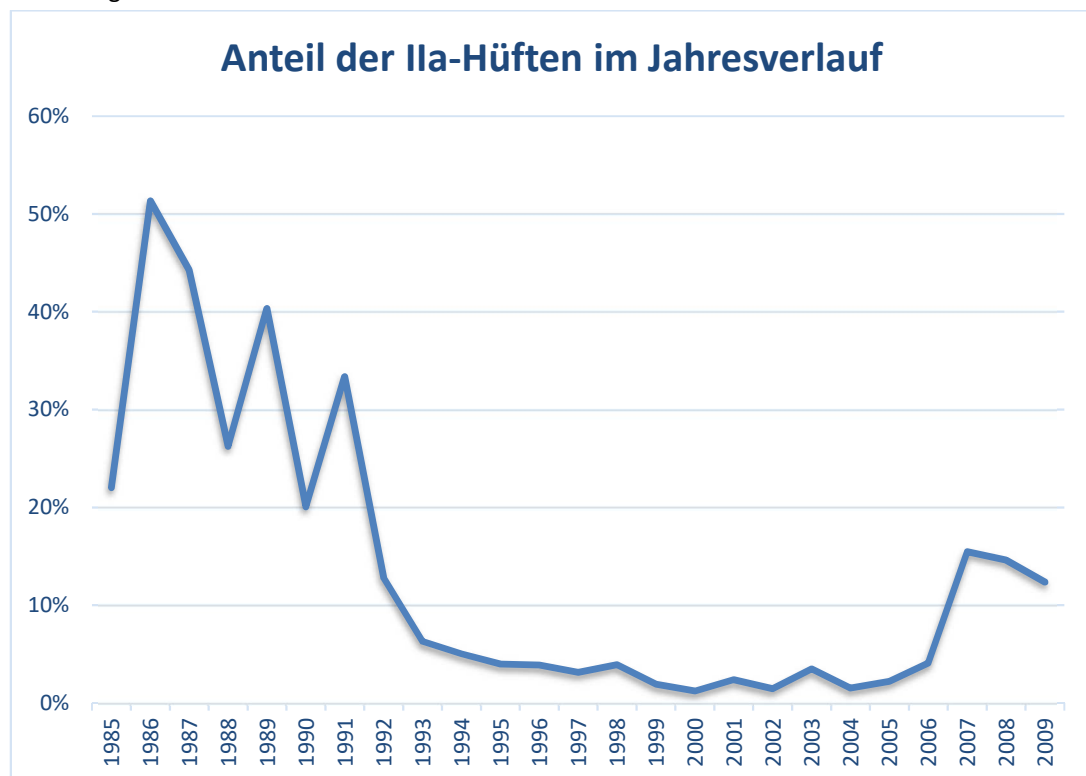
Tatsächlich wurden im gesamten Untersuchungszeitraum nur 21 dezentrierte Gelenke vorgefunden. Die Abbildung 3.4 zeigt die prozentuale Aufteilung der pathologischen Hüftbefunde. Mit 92 % (241 Hüften) bilden die Ilc-Hüften den größten Anteil aller pathologischen Hüften. Die D-Hüfte wurde zweimal diagnostiziert, was einem Anteil von 0,8 % aller pathologischen Hüftbefunde entspricht. Der Hüfttyp III machte mit 16 Hüften einen Anteil von 6,1 % aus. Die dreimal gestellte Diagnose Hüfttyp IV macht 1,1 % aller pathologischen Hüften aus.

Abbildung 3.4



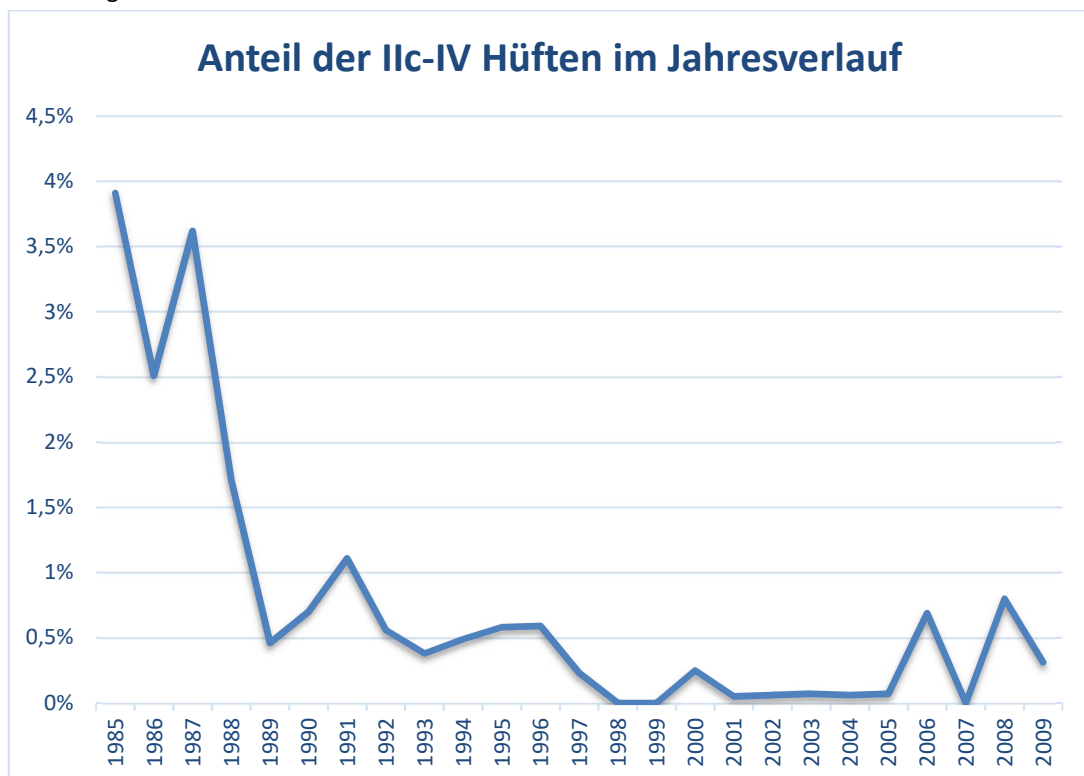
Die Ila-Hüfte variierte in ihrem jährlichen Anteil im gesamten Verlauf zwischen 1,23 % im Jahr 2000 und 51,35 % im Jahr 1986. Wie weiter oben beschrieben gab es über die Jahre einen deutlichen Rückgang der Ila-Hüfte, allerdings mit einem erneuten Anstieg in den letzten drei Jahren des Untersuchungszeitraums. Die Abbildung 3.5 zeigt den Verlauf noch einmal detaillierter.

Abbildung 3.5



Für die pathologischen und therapiebedürftigen Hüfttypen IIc-IV zeigt sich der jährliche Verlauf mit einem anfänglich erhöhten Anteil ähnlich. In den ersten drei Jahren des Screenings lag der Anteil noch zwischen 2,5 % und 4 %, während er sich ab 1989 zwischen 0 % und 1 % einpendelte. Auch hier ist ein tendenzieller Anstieg in den letzten drei Jahren zu beobachten (Abbildung 3.6).

Abbildung 3.6



### 3.2.1 Korrelation mit der klinischen Untersuchung

Die klinischen Befunde wurden in etwas mehr als 80 % der Untersuchungen dokumentiert. Teilweise in Freitext, meist aber in Ja-Nein-Auswahlmöglichkeiten, konnten die Untersucher schriftlich festhalten, ob eine Glutealfaltenasymmetrie, das Ortolani-Zeichen, eine klinisch lockere Hüfte bzw. Zeichen für eine Instabilität oder Abspreizhemmung vorlagen. Bei klinisch unauffälligen Befunden bzw. Normalbefunden findet sich eine sehr ähnliche Verteilung der Hüfttypen wie im gesamten Zeitraum. Bei negativem Befund für die jeweiligen klinischen Zeichen zeigte sich in etwas mehr als 80 % ein Hüfttyp I, in 17,3-18,5 % eine physiologisch unreife Hüfte (Typ IIa) und in 0,7-0,9 % eine Hüft dysplasie (Typ IIc-IV). Zum Vergleich wird in der Abbildung 3.8 die gesamte Hüfttypverteilung als gestapelte Balken dargestellt.

Abbildung 3.7

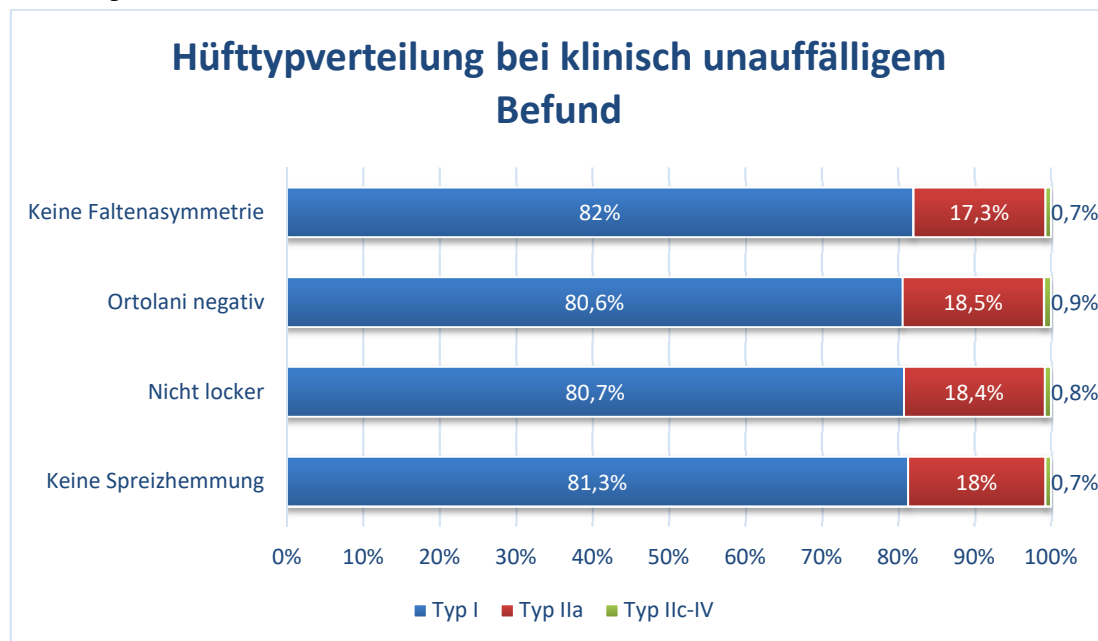
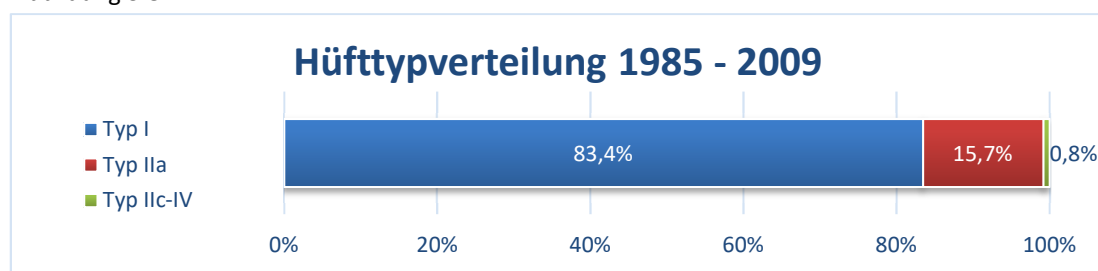


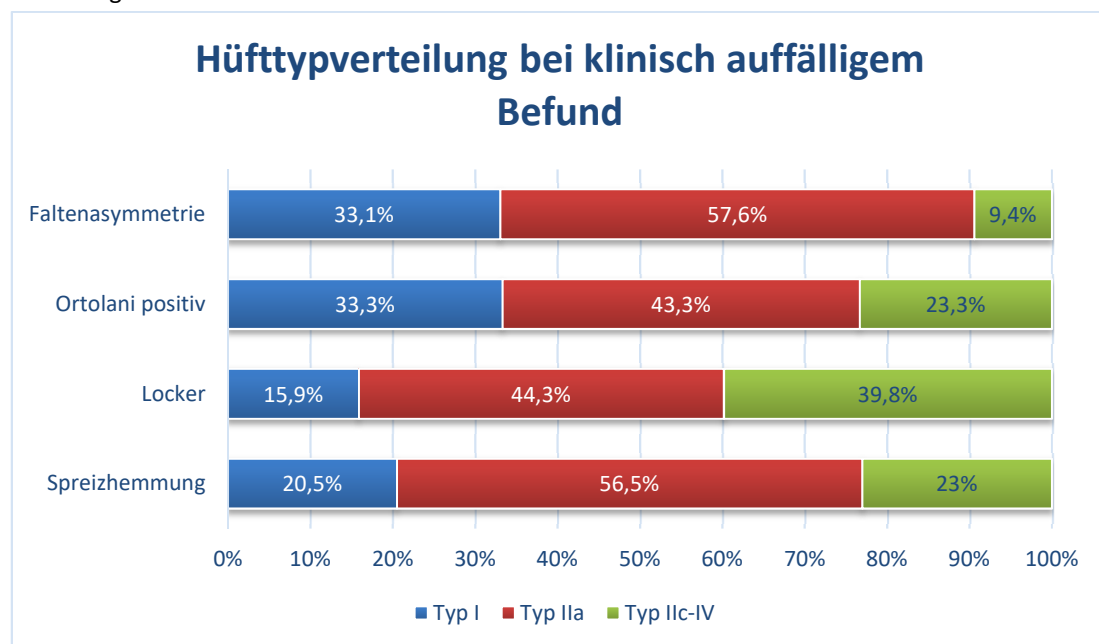
Abbildung 3.8





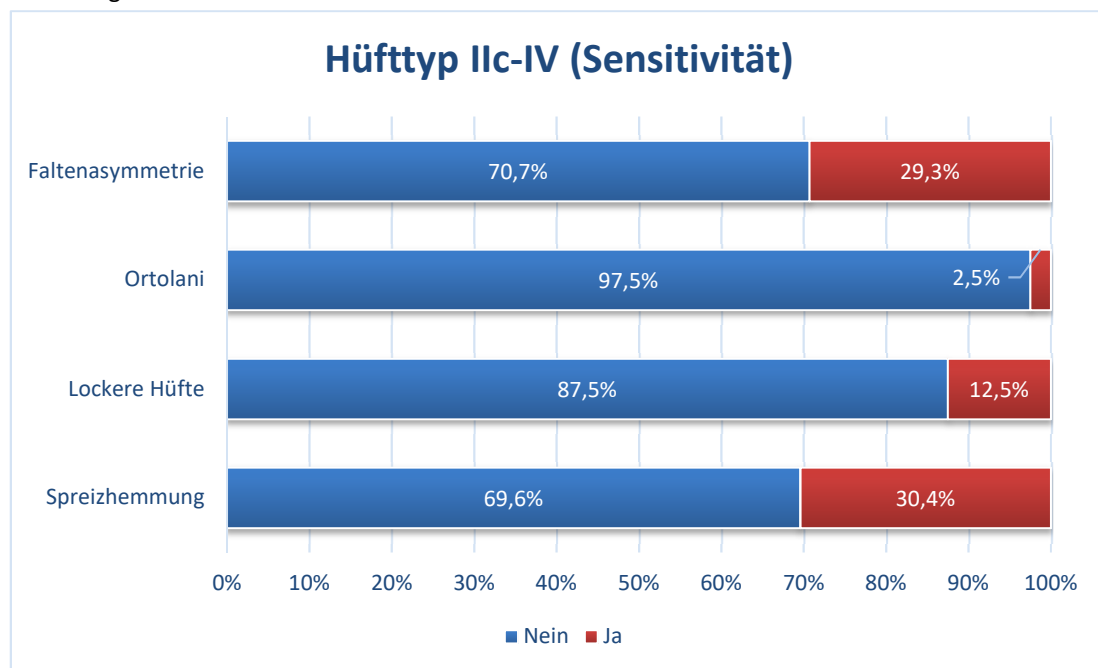
Bei auffälligem Befund für die jeweiligen klinischen Zeichen zeigt sich ein anderes Bild. Bei vorliegender Faltenasymmetrie wurde in 33,1 % der Fälle beim Ultraschallbefund eine reife Hüfte gesehen, in 57,6 % eine physiologisch unreife Hüfte und in 9,4 % eine Hüft dysplasie (Typ IIc-IV). Bei einem positiven Ortolani-Zeichen ist eine fast identische Häufigkeit an reifen Hüftgelenken (33,3 %) festzustellen, der Anteil an sonographisch pathologischen Hüftbefunden ist mit 23,3 % deutlich höher und entsprechend seltener kommt die IIa-Hüfte vor (43,3 %). Bei einer klinisch lockeren Hüfte ist der Anteil an auffälligen Hüftbefunden am größten (44,3 % Typ IIa, 39,8 % Typ IIc-IV), während eine sonographisch unauffällige Hüfte sich in nur 15,9 % der Fälle finden. Bei vorliegender Spreizhemmung lag in 23 % der Fälle eine Hüft dysplasie vor, in 56,5 % eine physiologisch unreife und in 20,5 % eine reife Hüfte.

Abbildung 3.9



Die Spezifität für die jeweiligen klinischen Zeichen liegt bei 99 %. Dieser hohe Wert liegt an der hohen Fallzahl mit insgesamt geringer Erkrankungshäufigkeit. Jedoch ist die Sensitivität der Tests sehr gering. Die Abbildung 3.10 zeigt die Aufteilung der klinischen Zeichen in „unauffällig“ und „auffällig“ für die sonographisch pathologischen Hüftbefunde (IIc-IV). Die Sensitivität der Spreizhemmung beträgt 30,4 % für einen pathologischen Befund, bei lockerer Hüfte liegt die Sensitivität bei 12,5 %. Die geringste Sensitivität mit 2,5 % zeigt sich bei positivem Ortolani-Zeichen. Ähnlich wie bei der Spreizhemmung ist für die Faltenasymmetrie in unseren Ergebnissen eine Sensitivität von 29,3 % festzustellen.

Abbildung 3.10



### 3.2.2 Komorbiditäten

Komorbiditäten, die dem Untersucher meist als Zufallsbefund aufgefallen sind, wurden im Freitext unter Besonderheiten notiert. Hierbei handelte es sich meist um Fußdeformitäten. Am häufigsten wurde ein Sichelfuß (307) und ein Hackenfuß (222) diagnostiziert. Andere Fußdeformitäten wie Kletter-, Knick- oder Klumpfuß kamen seltener vor. Weitere orthopädische Auffälligkeiten wie Klavikulafraktur, muskulärer Hypotonus, Skoliose, Syndaktylie, V.a. Spina bifida occulta, erhöhter Adduktorentonus, Erb-Duchenne-Lähmung, Hexadaktylie oder Trisomie 21 wurden nur gelegentlich beobachtet. Tabelle 3.2 listet die Komorbiditäten auf, die häufiger als einmal dokumentiert wurden. Weitere Besonderheiten wurden nur vereinzelt notiert und werden hier nicht weiter ausgeführt.

Tabelle 3.2

Besonderheit	Anzahl	Anteil in der Population
Sichelfuß	307	1,68%
Hackenfuß	222	1,22%
Kletterfuß	68	0,37%
Klumpfuß	40	0,22%
Knickfuß	15	0,08%
Clavikulafraktur	52	0,28%
Musk. Hypotonie	31	0,17%
Skoliose	20	0,11%
Syndaktylie	10	0,05%
V.a. Spina bifida occulta	10	0,05%
Erhöhter Adduktorentonus	7	0,04%
Erb-Duchenne-Lähmung	7	0,04%
Hexadaktylie	6	0,03%
Trisomie 21	2	0,01%

### 3.3 Wertigkeit der Risikofaktoren

#### 3.3.1 Seite (rechte vs. linke Hüfte)

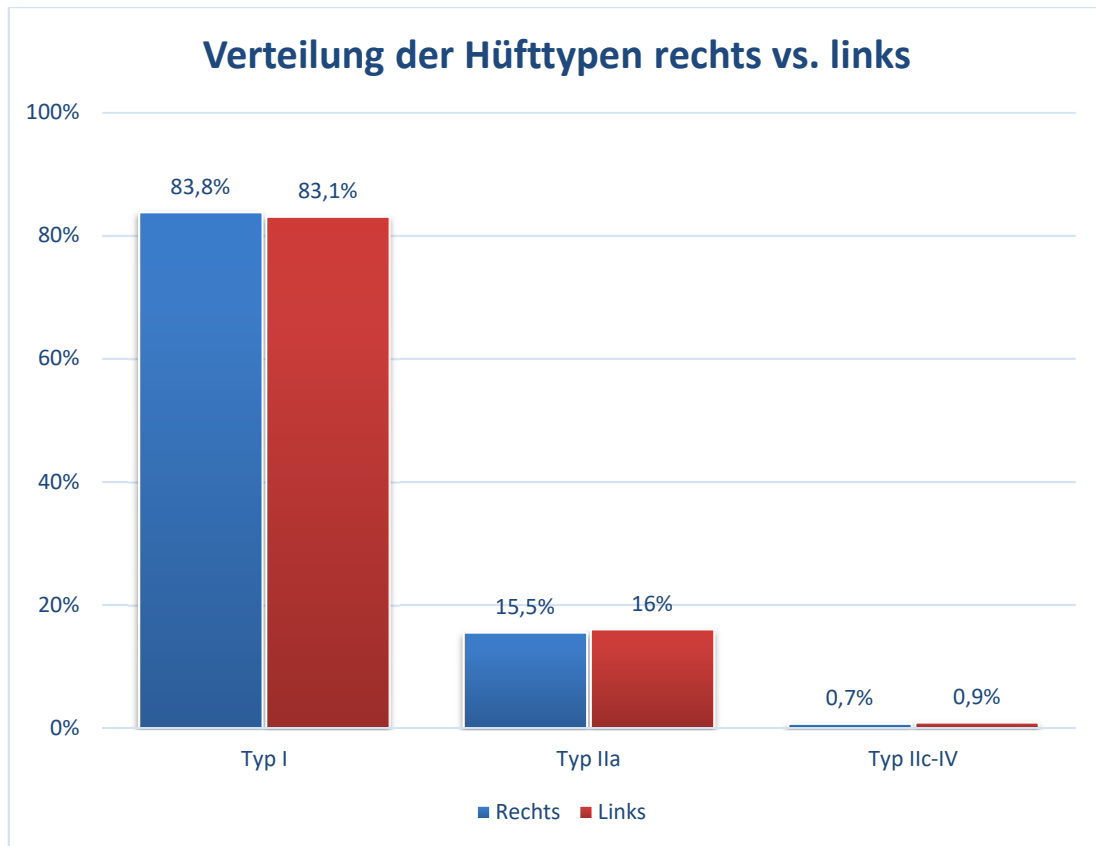
Es lassen sich in unseren Ergebnissen geringe, jedoch statistisch nicht signifikante Unterschiede der Hüfttypen hinsichtlich der Seite feststellen. Ein reifes Hüftgelenk (Typ I) wurde rechts häufiger diagnostiziert als links (insgesamt um 0,7 %). Die auffälligen Hüfttypen wurden links häufiger vorgefunden als rechts. Für die IIa-Hüfte ist der Anteil links mit einer Differenz von 0,5 % größer als rechts. Die pathologischen Hüften (Typ IIc-IV) machen links einen um 0,2 % größeren Anteil als rechts aus. Diese geringe Differenz zuungunsten der linken Seite zeigen die Tabelle 3.3 und Abbildung 3.11.

Tabelle 3.3 Seitenunterschiede der Hüfttypen

		Hüfttyp			
<i>Seite</i>		I	IIa	IIc-IV	Gesamt
<i>Rechts</i>	Anzahl	15165	2796	132	18093
		83,8%	15,5%	0,7%	100%
<i>Links</i>	Anzahl	15028	2902	162	18092
		83,1%	16,0%	0,9%	100%

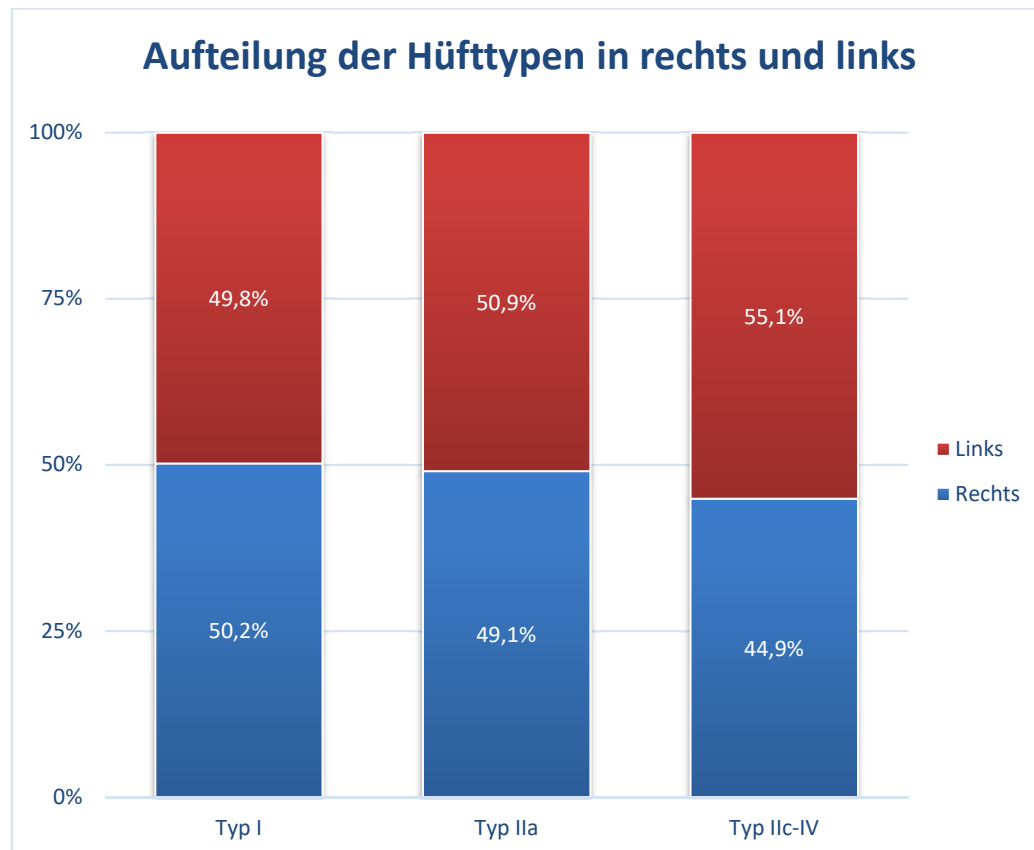
Wie schon erwähnt sind die Unterschiede der rechten und linken Hüfttypen statistisch nicht signifikant, da die Korrelation der Diagnose rechts und links in unseren Daten hochsignifikant ist. Die parametrische Korrelation nach Pearson ergab  $r = 0,729$  und  $p < 0,001$ .

Abbildung 3.11



Deutlicher wird dieser Unterschied, wenn man die Aufteilung der beiden Hüftseiten für die einzelnen Hüfttypen prozentual betrachtet (siehe Abbildung 3.12). Hier ist bei den reifen Hüften eine nahezu gleichmäßige Verteilung (49,8 % links zu 50,2 % rechts) zu erkennen. Von allen IIa-Hüften sind 50,9 % links und 49,1 % rechts zu finden und damit ist auch hier eine fast gleichmäßige Verteilung vorhanden. Bei den pathologischen Hüften dagegen wurden 55,1 % links und 44,9 % rechts diagnostiziert, was eine Differenz von 10,2 % ergibt. Demzufolge ist die linke Seite häufiger von einer Hüftdysplasie betroffen als die rechte Seite.

Abbildung 3.12



### 3.3.2 Geschlecht (männlich vs. weiblich)

Bezüglich des Geschlechts besteht bei der Diagnosehäufigkeit ein signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,05$ ). Bei den männlichen Säuglingen findet sich bei 86,8 % eine reife Hüfte (Typ I), bei 12,9 % eine physiologisch unreife Hüfte (Typ IIa) und bei 0,3 % ein pathologischer Hüftbefund (Typ IIc-IV). Bei den weiblichen Säuglingen hingegen liegt der Anteil der reifen Hüften (Typ I) bei 80,8 %, der physiologisch unreifen Hüfte (Typ IIa) bei 17,9 % und der pathologischen Hüftbefunde (Typ IIc-IV) bei 1,3 % (siehe Tabelle 3.4).

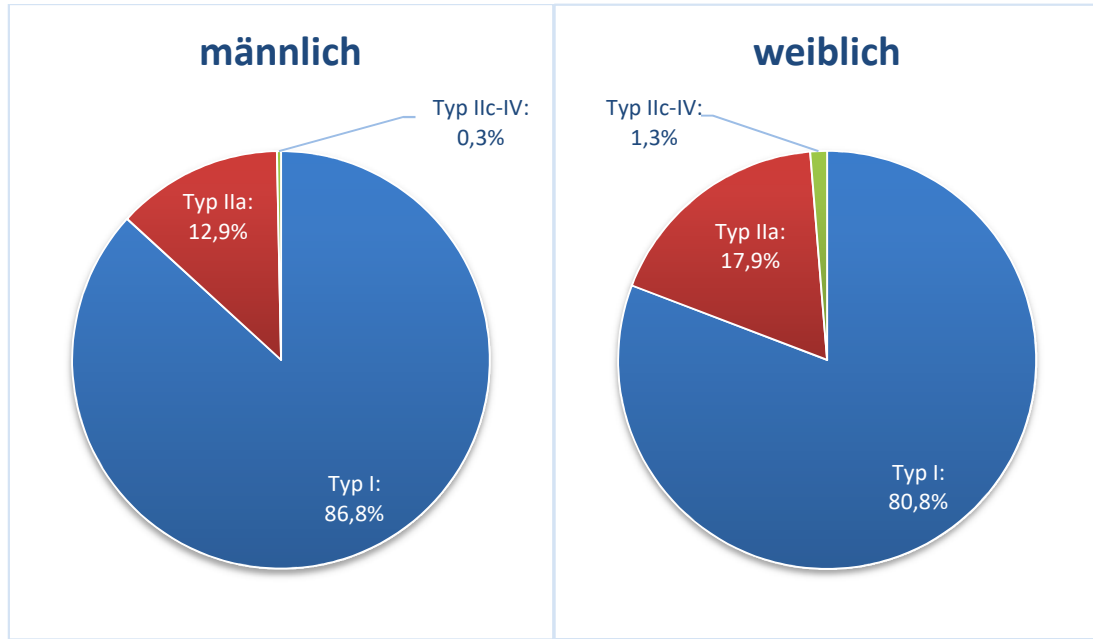
Tabelle 3.4 Geschlechtsunterschiede der Hüfttypen

		Hüfttyp rechts + links			
<b>Geschlecht</b>		I	IIa	IIc-IV	<b>Gesamt</b>
<i>Männlich</i>	Anzahl	15399	2284	61	17744
		86,8%	12,9%	0,3%	100,0
<i>Weiblich</i>	Anzahl	13964	3096	219	17279
		80,8%	17,9%	1,3%	100,0

$\chi^2$  nach Pearson = 275,717<sup>a</sup>, df = 2;  $p < 0,0001$

Somit wurde der Hüfttyp I um 6 % seltener bei den weiblichen Säuglingen diagnostiziert, während der Hüfttyp IIa um 5 % und die pathologischen Hüftbefunde um 1 % häufiger bei den weiblichen Säuglingen als bei den männlichen vorgefunden wurden.

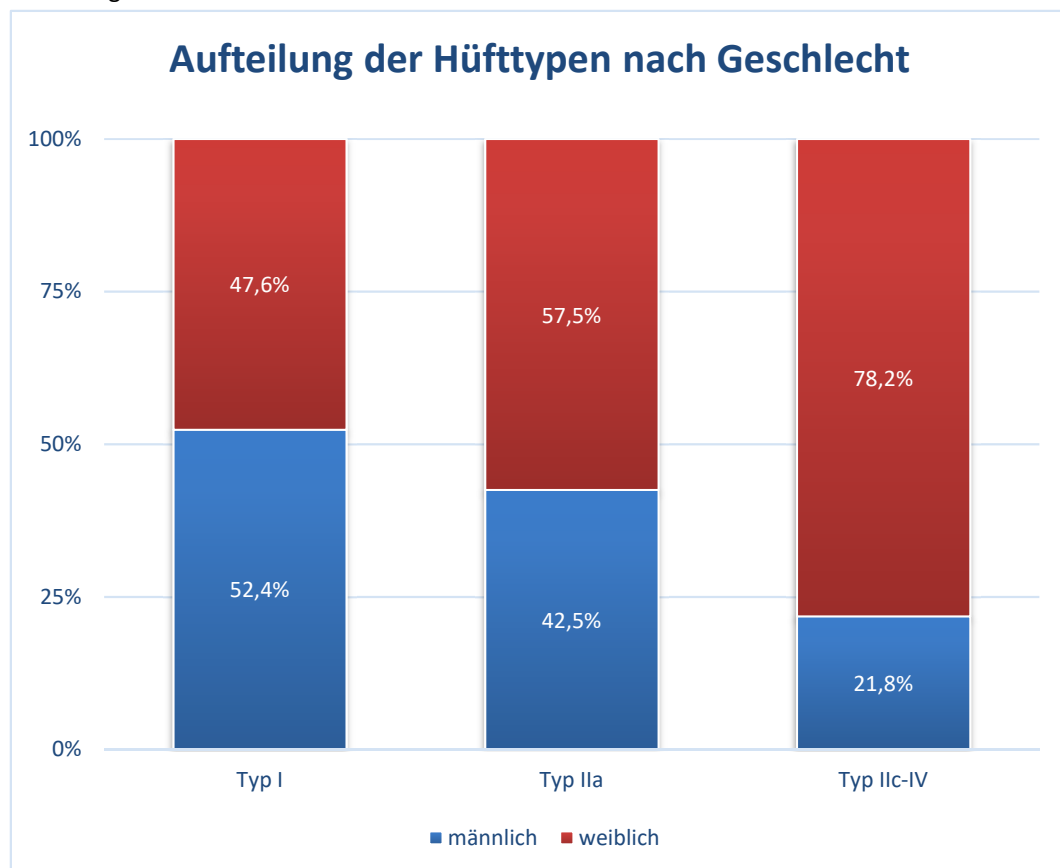
Abbildung 3.13 Verteilung der Hüfttypen nach Geschlecht





Betrachtet man die geschlechtliche Aufteilung bezogen auf die Hüfttypen, wird dies noch offensichtlicher (siehe Abbildung 3.14). Während sich der Anteil des Hüfttyps I nur leicht zugunsten des männlichen Geschlechts darstellt, sieht man bei den auffälligen Befunden eine deutliche Verteilung zugunsten der weiblichen Säuglinge. Säuglinge mit Ila-Hüften, also physiologisch unreifen Hüften, sind zu 57,5 % weiblich. Bei der Hüftdysplasie (Hüfttyp IIc-IV) ist die ungleiche Verteilung am deutlichsten, denn hier sind über 78 % der Säuglinge weiblich.

Abbildung 3.14



### 3.3.3 Familienanamnese (positiv vs. negativ)

In unserem Datensatz besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Familienanamnese und dem Hüfttyp ( $p < 0,05$ ). Die Familienanamnese wurde in weniger als 10 % der Untersuchungen erfasst (1.285 Säuglinge, 2.570 Hüften).

Insgesamt ist die Familienanamnese bei 82,9 % der Säuglinge, bei denen die Anamnese erfasst wurde, negativ. Bei 17,1 % ist die Anamnese für eine familiäre Vorgeschichte hinsichtlich Hüftreifungsstörung oder –dysplasie positiv.

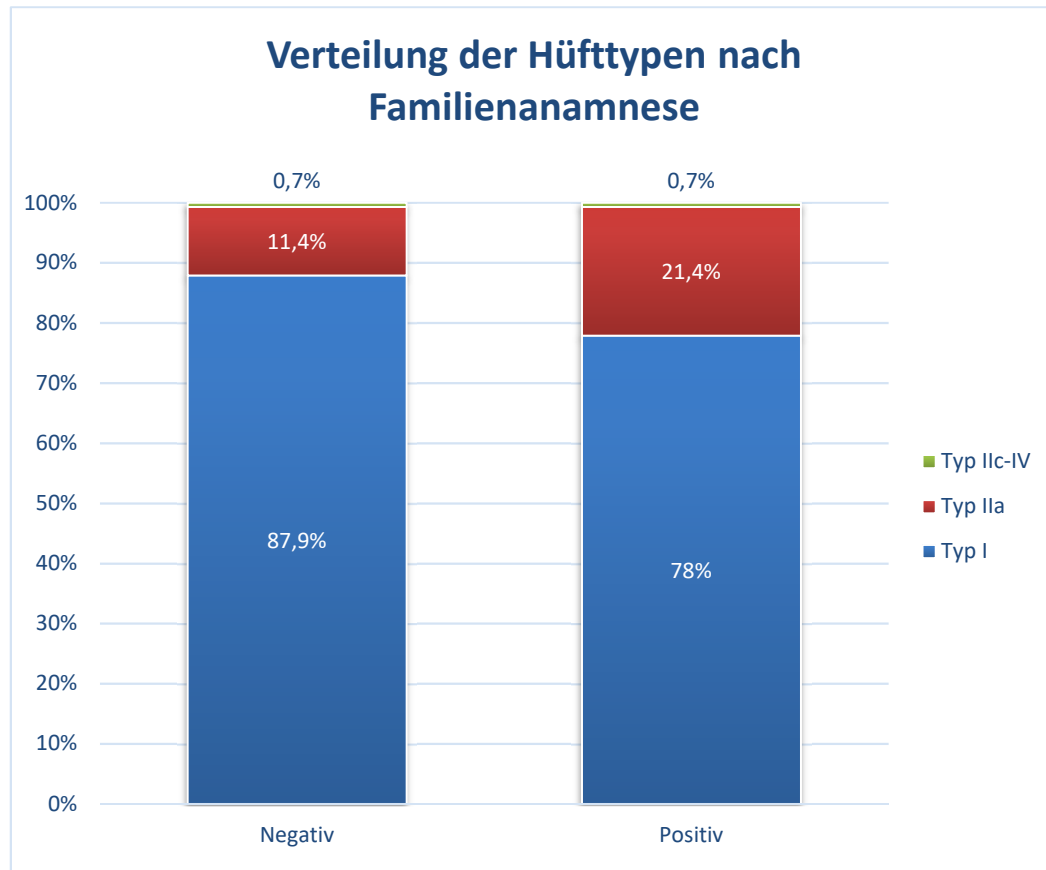
Tabelle 3.5 Familienanamnese

		Hüfttyp rechts + links			
<b>Familienanamnese</b>		I	Ila	Ilc-IV	Gesamt
<i>Positiv</i>	Anzahl	343	94	3	440
	% ZS	78	21,4	0,7	100
	% SS	15,5	27,9	17,6	17,1
<i>Negativ</i>	Anzahl	1873	243	14	2130
	% ZS	87,9	11,4	0,7	100
	% SS	84,5	72,1	82,4	82,9
<i>Gesamt</i>	Anzahl	2216	337	17	2570

Chi-Quadrat nach Pearson = 31,777a ,df = 2;  $p < 0,0001$

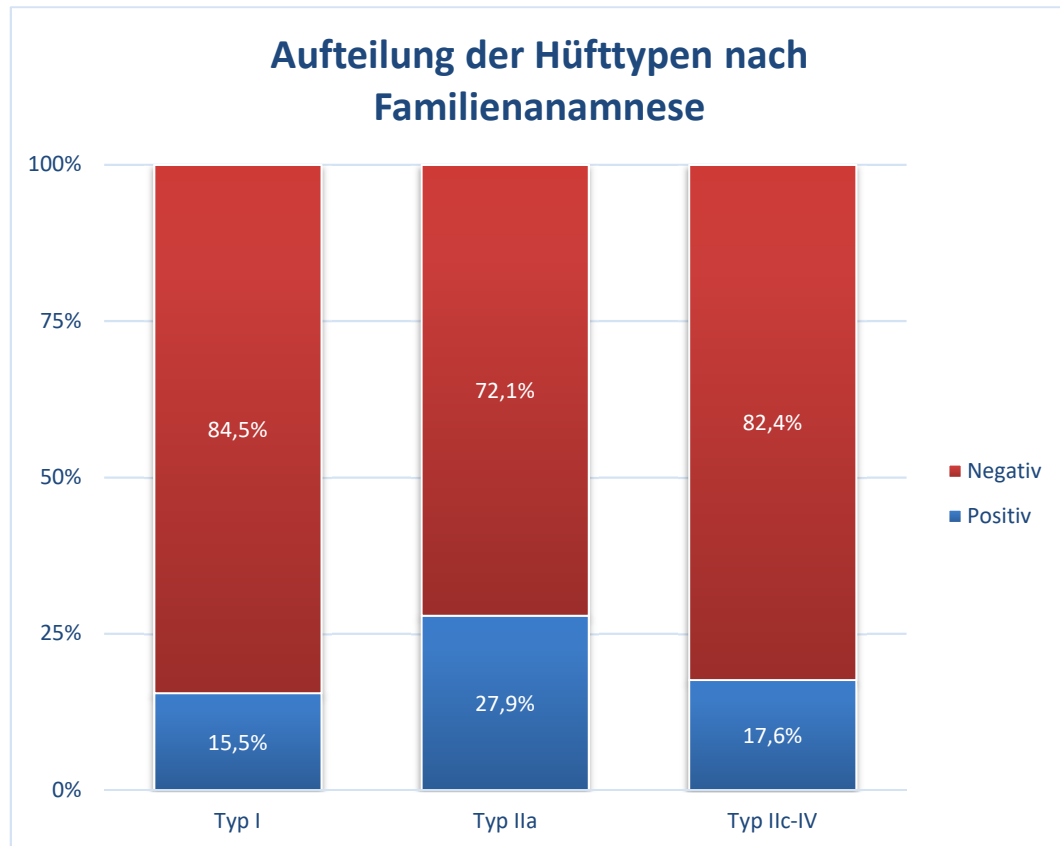
Betrachtet man die prozentuale Verteilung der Hüfttypen nach Familienanamnese, wird bei den Säuglingen mit positiver Anamnese zu 78 % der Hüfttyp I diagnostiziert, bei den Säuglingen mit einer negativen Anamnese zu 87,9 %. Der Hüfttyp I, also die reife Hüfte, wird somit um 9,9 % häufiger bei den Säuglingen ohne familiäre Belastung vorgefunden. Bei Säuglingen mit familiärer Vorgeschichte wurde der Hüfttyp Ila 10 % häufiger diagnostiziert. Die Ila-Hüfte macht 21,4 % der Hüften bei positiver und 11,4 % der Hüften bei negativer Familienanamnese aus. Es besteht kein Unterschied bei den auffälligen Hüftbefunden (Typ Ilc-IV), in beiden Gruppen wird sie zu 0,7 % diagnostiziert (siehe Abbildung 3.15).

Abbildung 3.15



Bezüglich der Hüfttypen findet sich bei den Säuglingen mit erfasster Familienanamnese folgende Aufteilung. Von den 2.216 als reif diagnostizierten Hüften (Hüfttyp I), wurden in 343 Fällen (15,5 %) eine positive, in 1.873 Fällen (84,5 %) eine negative Familienanamnese erfragt. Von den 337 IIa-Hüften hatten 94 (27,9 %) eine positive und 243 (72,1%) eine negative Familienanamnese. Bei den pathologischen Befunden (IIc-IV) ist eine ähnliche Verteilung wie bei der reifen Hüfte zu beobachten, denn in 3 von 17 Fällen (17,6 %) wurde eine positive Familienanamnese dokumentiert und in den anderen 14 Fällen (82,4 %) eine negative (siehe Abbildung 3.16).

Abbildung 3.16 Familienanamnese der Hüfttypen



Es ist ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Risikofaktor Familienanamnese und dem Hüfttyp IIa zu beobachten. Das Risiko für eine physiologisch unreife Hüfte ist bei positiver Familienanamnese um ca. 10 % erhöht. Bei den pathologischen Befunden (Hüfttyp IIc-IV) besteht im Risikoprofil kein wesentlicher Unterschied zu den gesunden Hüften (Typ I).

### 3.3.4 Geburtsanamnese (Spontangeburt aus SL vs. BEL und Sectio)

Die Geburtsanamnese wurde bei ca. 39 % der Säuglinge (7144 Säuglinge, 14287 Hüften) erhoben. Von diesen 7144 Säuglingen sind 64,9 % (4636 Säuglinge, 9273 Hüften) spontan aus Schädellage, 31,5 % (2249 Säuglinge, 4498 Hüften) per Sectio und 3,6 % (258 Säuglinge, 516 Hüften) aus Beckenendlage geboren (siehe Tabelle 3.6). Von den Spontangeburt wurde bei 4 Säuglingen (8 Hüften) eine Frühgeburt dokumentiert und von den per Sectio Geborenen waren es ebenfalls 4 Säuglinge (8 Hüften). 25 von 258 Säuglingen, an denen eine Beckenendlage erfasst wurde, sind spontan geboren. Die restlichen 233 (466 Hüften) wurden per Sectio zur Welt gebracht, werden aber nur in der Gruppe der aus Beckenendlage geborenen Säuglinge geführt. Die Säuglinge in der Sectio-Gruppe wurden also nicht wegen einer Beckenendlage per Sectio entbunden.

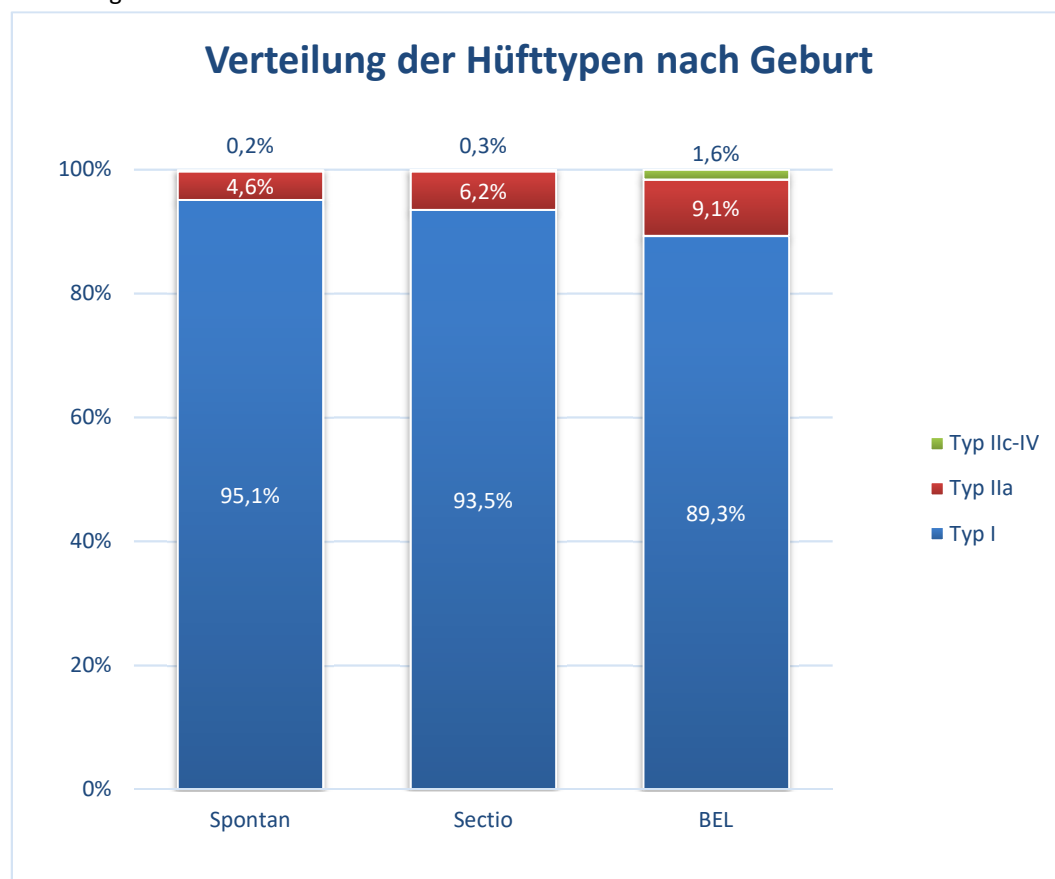
Tabelle 3.6 Geburtsanamnese der Hüfttypen

		Hüfttyp rechts + links			
<b>Geburt</b>		I	IIa	IIc-IV	<b>Gesamt</b>
<i>Spontan</i>	Anzahl	<b>8821</b>	<b>431</b>	<b>21</b>	<b>9273</b>
	% ZS	95,1	4,6	0,2	100
	% SS	65,4	56,8	51,2	64,9
<i>Sectio</i>	Anzahl	<b>4205</b>	<b>281</b>	<b>12</b>	<b>4498</b>
	% ZS	93,5	6,2	0,3	100
	% SS	31,2	37	29,3	31,5
<i>BEL</i>	Anzahl	<b>461</b>	<b>47</b>	<b>8</b>	<b>516</b>
	% ZS	89,3	9,1	1,6	100
	% SS	3,4	6,2	19,5	3,6
<b>Gesamt</b>	<b>Anzahl</b>	<b>13487</b>	<b>759</b>	<b>41</b>	<b>14287</b>

$\chi^2$  nach Pearson = 61,366<sup>a</sup>; df = 4; p < 0,0001

Zwischen der Geburt bzw. der Säuglingslage vor der Geburt und dem Hüfttyp ist ein statistisch signifikanter Zusammenhang erkennbar. Die Verteilung der Hüfttypen (siehe Abbildung 3.17) bei den spontan geborenen Kindern ist zu 95,1 % Typ I, 4,6 % Typ IIa und 0,2 % Typ IIc-IV. Bei den Neugeborenen, die per Sectio zur Welt kamen, ist die Verteilung ähnlich, zu 93,5 % besteht eine reife Hüfte (Typ I), zu 6,2 % eine physiologisch unreife Hüfte (Typ IIa) und zu 0,3 % ein pathologischer Hüftbefund (Typ IIc-IV). Eine deutliche Änderung dieser Verteilung findet sich bei den Kindern, die sich vor der Geburt in Beckenendlage befanden (spontan oder per Sectio entbunden). Hier sind weniger als 90 % (89,3 %) der Hüften reif (Typ I), eine IIa-Hüfte findet sich in 9,1 % und ein pathologischer Hüftbefund wurde bei 8 Hüften (1,6 %) diagnostiziert.

Abbildung 3.17



Aus den vereinfachten Feldertafeln Tabelle 3.7 und Tabelle 3.8 lassen sich folgende Maßzahlen für das Risiko errechnen. Das absolute Risiko eines aus Beckenendlage geborenen Säuglings für einen auffälligen Hüftbefund (Typ II-IV) beträgt 10,7 %, für einen pathologischen Befund (Typ IIc oder schlechter) 1,6 %. Das absolute Risiko für einen auffälligen Befund (Typ II-IV) nach Spontangeburt beträgt 4,9 %, nach Sectio 6,5 %. Für einen pathologischen Befund (Typ IIc oder schlechter) ergibt sich als absolutes Risiko bei Spontangeburt 0,2 % und nach Sectio 0,3 %. Die Risikodifferenz zwischen einem Hüfttyp II-IV und einer reifen Hüfte beträgt somit für Beckenendlage zu Spontangeburt 5,8 % und für die Sectio zur Spontangeburt 1,6 %.

Das relative Risiko für einen auffälligen Hüftbefund (Typ II-IV) nach Geburt aus Beckenendlage beträgt 1,97. Das heißt, dass Risiko eines auffälligen Hüftbefundes für Säuglinge, die aus Beckenendlage geboren werden bzw. sich vor der Geburt in Beckenendlage befanden, ist um den Faktor 1,97 größer als für Säuglinge, die spontan aus Schädellage oder aus anderen Gründen per Sectio entbunden werden. Betrachtet man isoliert das Verhältnis der Risiken zwischen Säuglingen, die per Sectio geboren wurden und denen, die spontan aus Schädellage entbunden wurden, beträgt das relative Risiko 1,26 für einen auffälligen Hüftbefund.

Für einen Säugling, der sich vor der Geburt in Beckenendlage befand, ist das relative Risiko für eine dysplastische Hüfte (Typ IIc-IV) mit dem Faktor 6,5 wesentlich höher. Anders verhält es sich für einen Säugling, der per Sectio zur Welt kommt, denn hier kann kein erhöhtes Risiko für eine dysplastische Hüfte nachgewiesen werden (0,9).

Tabelle 3.7 Vereinfachte Feldertafel Typ I / Typ II-IV

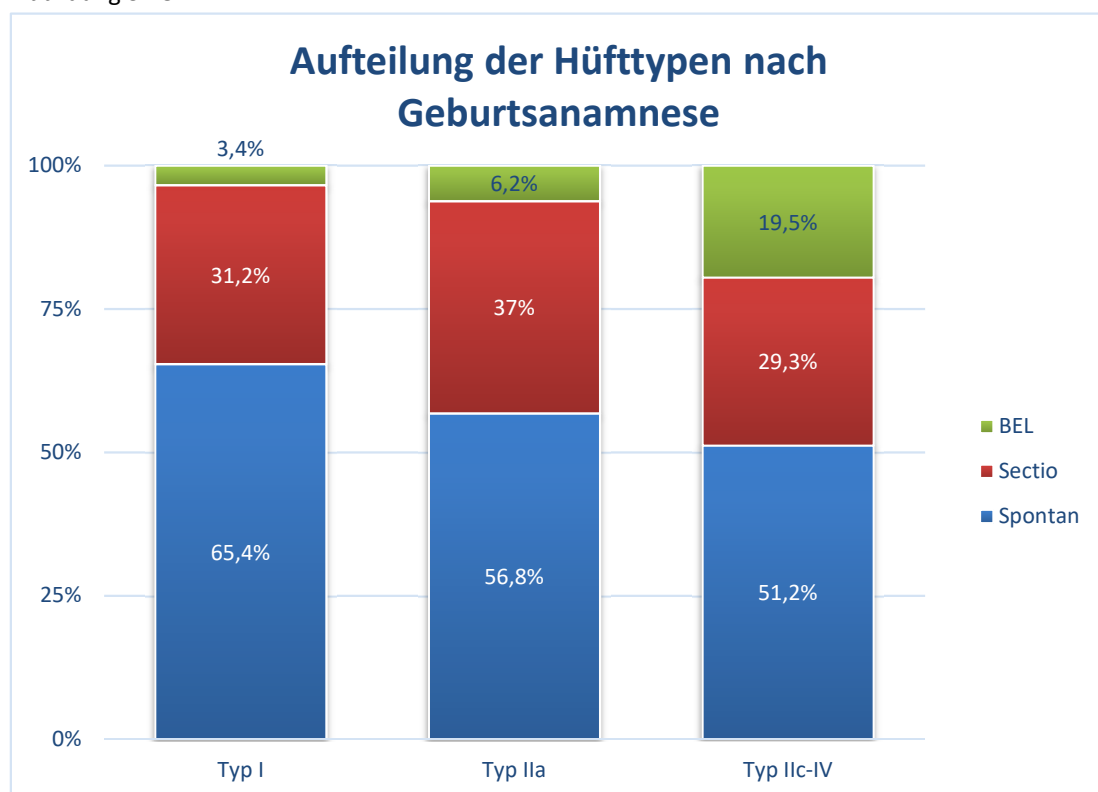
Geburt	Typ I	Typ II-IV	Gesamt
Spontan	8821	452	9273
Sectio	4205	293	4498
BEL	461	55	516
	13487	800	14287

Tabelle 3.8 Vereinfachte Feldertafel Typ I+IIa / Typ IIc-IV

Geburt	Typ I+IIa	Typ IIc-IV	Gesamt
Spontan	9252	21	9273
Sectio	4486	12	4498
BEL	508	8	516
	14246	41	14287

Auch die Zahlen aus der Tabelle 3.8 untermauern die o.g. Risikomaßzahlen, denn von allen 41 pathologischen Gelenken (Typ IIc-IV) sind 21 Hüften (51,2 %) spontan, 12 Hüften (29,3 %) per Sectio und 8 Hüften (19,5 %) aus Beckenendlage geboren. Hier ist eine klare Verteilung zuungunsten der Spontangeburt zu sehen.

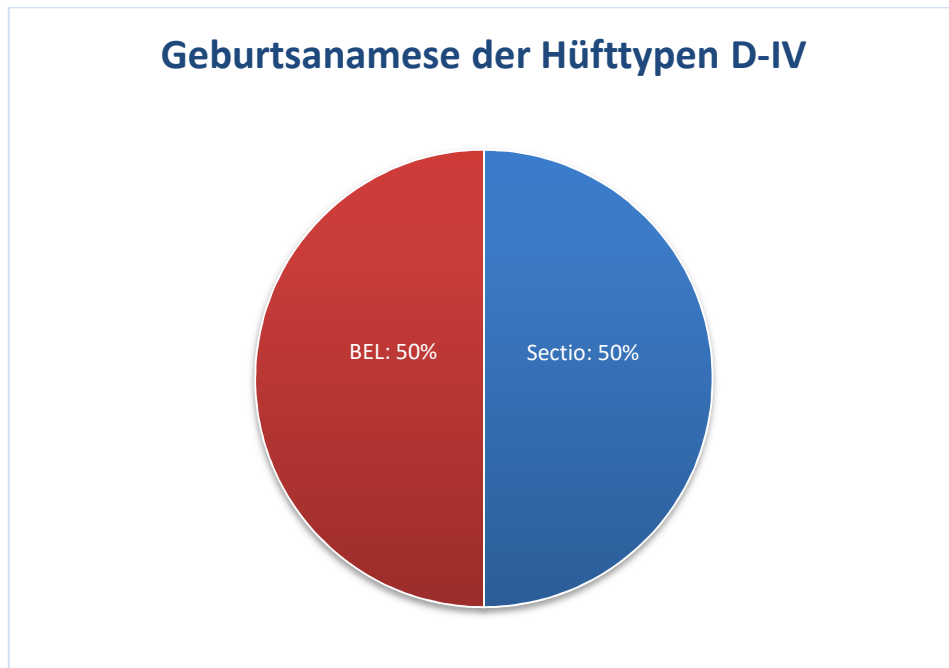
Abbildung 3.18





Bei den dezentrierten Gelenken (Typ D-IV) ist die Verteilung noch deutlicher. Hiervon ist kein Säugling spontan geboren, zu 50 % wurde eine Sectio durchgeführt und zu 50 % erfolgte die Geburt aus Beckenendlage (siehe Abbildung 3.19).

Abbildung 3.19



## 3.4 Untersucherabhängigkeit

### 3.4.1 Einteilung in Erfahrungsgruppen

In dem ausgewerteten Zeitraum haben insgesamt 55 Untersucher an der Diagnostik teilgenommen. Im Durchschnitt wurden circa 330 Untersuchungen von einem Untersucher durchgeführt, wobei die Anzahl der durchgeführten Untersuchungen von 1 bis 1.993 pro Untersucher variiert. Zur sinnvollen Interpretation wurden die Untersucher in Erfahrungsstufen eingeteilt. Hierzu wurde nicht der allgemeine Weiterbildungsstand des Arztes berücksichtigt, sondern die Anzahl der durchgeführten Untersuchungen als Erfahrungskriterium genommen. 21 Untersucher haben weniger als 100 Untersuchungen durchgeführt und gelten im Rahmen dieser Auswertung somit als unerfahren. Die weiteren Erfahrungsstufen wurden entsprechend Tabelle 3.9 festgelegt.

Tabelle 3.9 Untersuchergruppen

Durchgeführte Untersuchungen	Untersucheranzahl
<b>1-100</b>	21
<b>101-300</b>	15
<b>301-500</b>	9
<b>501-1000</b>	5
<b>&gt;1000</b>	5

### 3.4.2 Hüfttypverteilung abhängig von der Erfahrung des Untersuchers

In der Gruppe der unerfahrenen Untersucher (1-100 durchgeführte Untersuchungen) sind von 1.456 Hüften 1.144 Hüfttyp I (78,6 %), 283 Hüfttyp IIa (19,4 %) und 29 Hüfttyp IIc-IV (2 %). Der Anteil des Hüfttyp IIa ist mit 19,4 % bei den unerfahrenen Untersuchern etwas höher als bei den gesamten Untersuchungen (15,7 %). In den folgenden Erfahrungsgruppen (101-300 und 301-500) ist der Anteil der IIa-Hüfte mit 5,1 % und 5,7 % deutlich niedriger, entsprechend ist der Anteil der reifen Hüfte mit 94,6 % und 94,2 % höher. Die pathologischen Befunde kommen seltener vor (0,3 % und 0,1 %). Die erfahrenen Untersucher (501-1.000 und > 1.000 Untersuchungen) haben deutlich häufiger eine physiologisch unreife Hüfte (Typ IIa) diagnostiziert (29,8 % und 19 %). Somit wurden weniger I-Hüften diagnostiziert (69,6 % und 79,7 %). Der Anteil der pathologischen Befunde entspricht in etwa dem des Gesamtanteils der Hüfttypen IIc-IV von 0,8 % (0,6 % und 1,3 %). Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) zwischen der Erfahrung eines Untersuchers (Einteilung in Gruppen nach Untersuchungszahlen) und dem Hüfttyp.

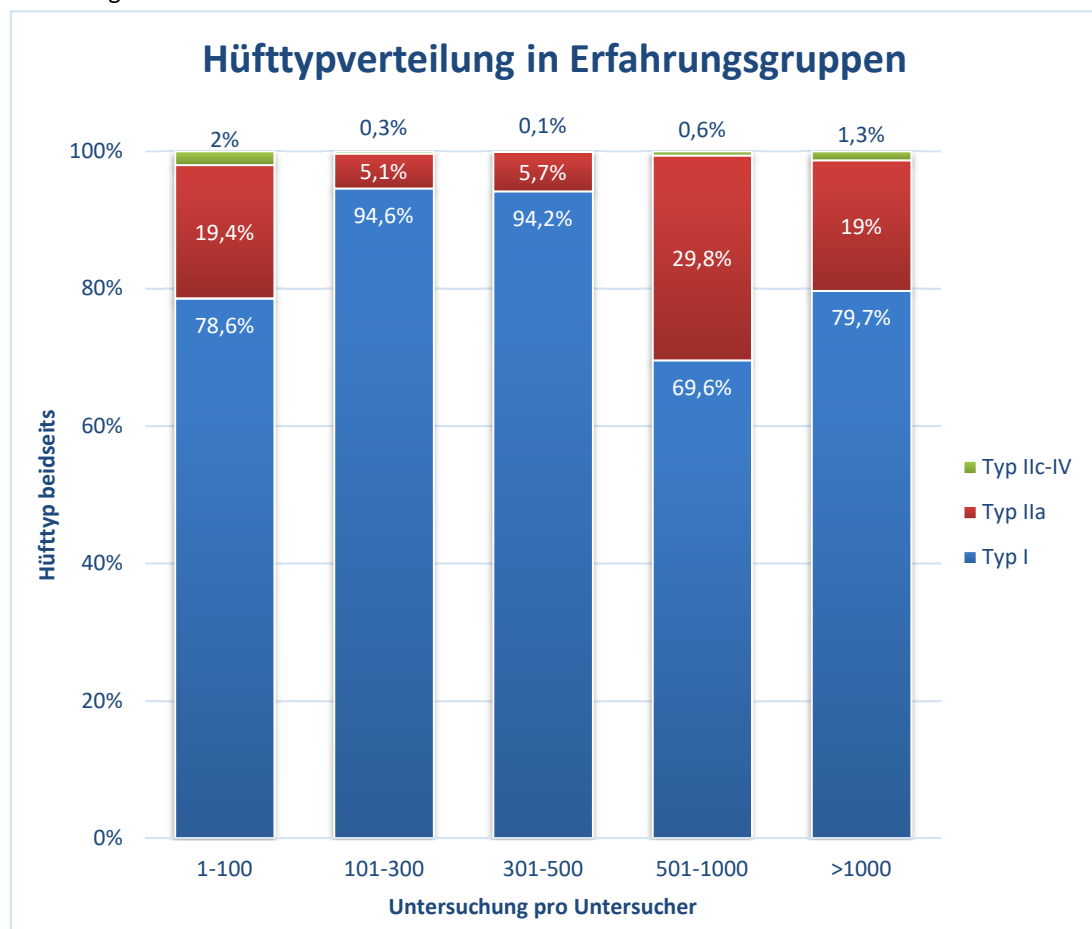
Tabelle 3.10 Hüfttypverteilung in den Untersuchergруппen

<b>Hüfttyp rechts + links</b>					
<b>Untersuchergруппen</b>		<b>I</b>	<b>Ila</b>	<b>Ilc-IV</b>	<b>Gesamt</b>
<b>1-100</b>	Anzahl	1144	283	29	1456
	%	<b>78,6</b>	<b>19,4</b>	<b>2</b>	100
<b>101-300</b>	Anzahl	5994	320	21	6335
	%	<b>94,6</b>	<b>5,1</b>	<b>0,3</b>	100
<b>301-500</b>	Anzahl	7021	422	11	7454
	%	<b>94,2</b>	<b>5,7</b>	<b>0,1</b>	100
<b>501-1000</b>	Anzahl	4498	1924	40	6462
	%	<b>69,6</b>	<b>29,8</b>	<b>0,6</b>	100
<b>&gt;1000</b>	Anzahl	11605	2761	194	14560
	%	<b>79,7</b>	<b>19</b>	<b>1,3</b>	100
<b>Gesamt</b>	Anzahl	30262	5710	295	36267
	%	83,4	15,7	0,8	100

$\chi^2$  nach Pearson = 2367,236; df = 8; p < 0,001

Die folgende Abbildung macht deutlich, dass die Gruppe der unerfahrensten und der erfahrensten Untersucher eine ähnliche Verteilung der Hüfttypen zeigen. Die Untersucher mit 501-1.000 durchgeführten Untersuchungen haben um fast 10 % häufiger eine IIa-Hüfte diagnostiziert. Die Untersucher mit 101-500 durchgeführten Untersuchungen diagnostizierten deutlich häufiger die reife Hüfte (Typ I), nämlich bei ca. 15 %.

Abbildung 3.20



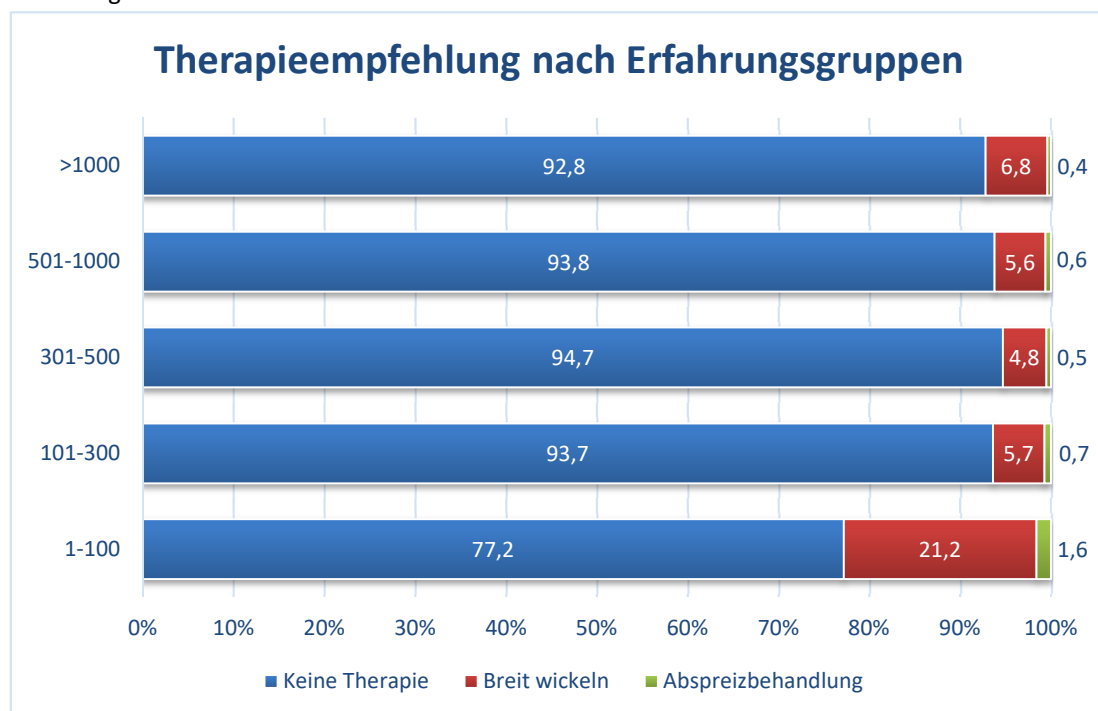
### 3.4.3 Therapieempfehlung abhängig von der Erfahrung des Untersuchers

In den Therapieempfehlungen ist ein deutlicher und statistisch signifikanter Unterschied zu beobachten. Hier unterscheidet sich die Gruppe der unerfahrenen Untersucher (<100 durchgeführte Untersuchungen) von den anderen Erfahrungsgruppen, die jeweils eine ähnliche Verteilung der Empfehlungen aufzeigen (Abbildung 3.21).

Die unerfahrenen Untersucher empfehlen in 21,2 % der Fälle, das Kind breit zu wickeln. Damit empfehlen sie diese Maßnahme um ca. 15 % häufiger als die anderen Untersuchergruppen (4,8-6,8 %), wobei mit zunehmender Erfahrung wiederum ein leichter Anstieg dieser Empfehlung von 4,8 % auf 6,8 % zu beobachten ist.

Ab 100 durchgeführten Untersuchungen wird in den meisten Fällen sicher entschieden, dass keine Therapie notwendig ist (92,8-94,7 %). Die unerfahrenen Untersucher konnten diese Entscheidung entsprechend seltener (77,2 %) treffen.

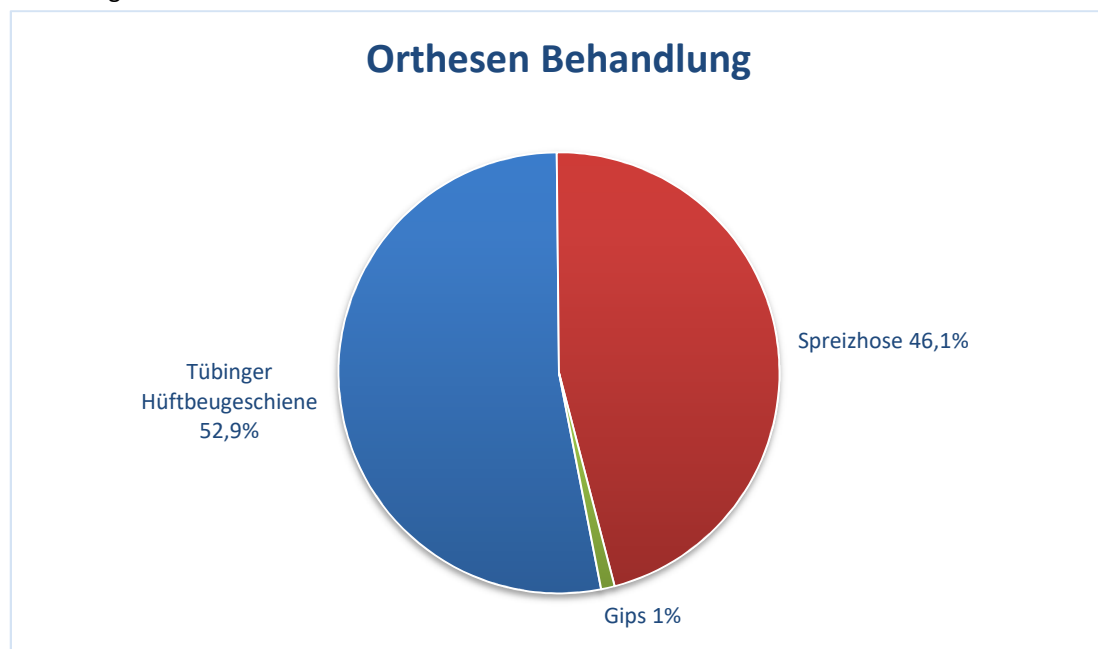
Abbildung 3.21



Eine Therapie mit einer Spreizhose oder Ähnlichem wurde in der Gruppe der unerfahrenen Untersucher in 1,6 % der Fälle eingeleitet. Mit zunehmender Erfahrung ist ein Rückgang dieser Therapieempfehlung zu beobachten. Die Untersucher, die über 1.000 Kinder untersuchten, empfehlen Spreizhosenbehandlung oder Ähnliches in nur 0,4 % der Fälle.

Wie die Abbildung 3.22 zeigt, wurde die Abspreizbehandlung bzw. Orthesenversorgung in den meisten Fällen mit einer Tübinger Hüftbeugeschiene durchgeführt (54 Fälle, entsprechen 52,9 %). Mit 46,1 % wurde die Spreizhose etwas seltener angewendet. In unseren Falldaten ist primär nur eine Gipsbehandlung durchgeführt worden.

Abbildung 3.22



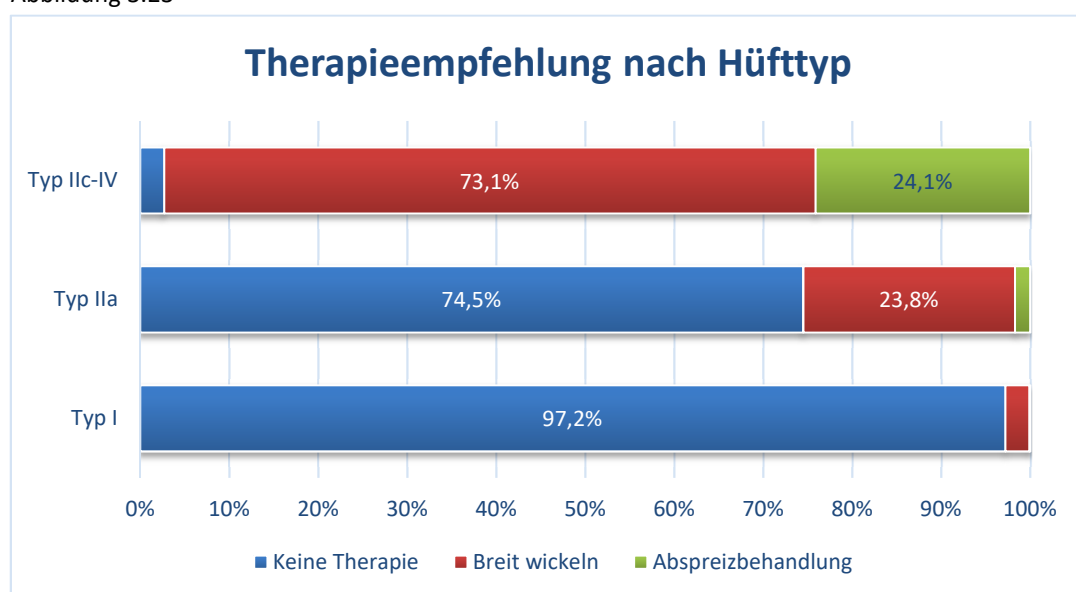
### 3.4.4 Therapieempfehlung abhängig von der Diagnose und der Erfahrung des Untersuchers

Die Therapieempfehlungen richtet sich jeweils nach der schlechteren Hüfte des Säuglings, da eine einseitige Behandlung (Schiene oder breit Wickeln) nicht sinnvoll möglich ist. Die Empfehlung wurde somit nicht auf die einzelne Hüfte, sondern das untersuchte Kind bezogen. Entsprechend ist statistisch die Therapieempfehlung nicht immer direkt auf die Diagnose bezogen, dies muss bei der Auswertung beachtet werden.

Bei der reifen Hüfte, ist in 97,2 % der Fälle keine Therapie empfohlen. Bei 2,7 % wird empfohlen, breit zu wickeln und in 0,1 % der Fälle eine Orthesenbehandlung empfohlen und meist in Form einer Tübinger Hüftbeugeschiene direkt eingeleitet. Hier ist, wie oben beschrieben darauf zu achten, dass nicht die reife Hüfte mit der Beugeschiene behandelt wird, sondern mutmaßlich die gegenseitig auffällige Hüfte.

Die physiologisch unreife Hüfte wird ebenso in den meisten Fällen zunächst ohne Therapienotwendigkeit eingeordnet (74,5 %). Hier wird den Eltern in 23,8 % der Fälle empfohlen, ihr Kind breit zu wickeln. Bei 1,7 % der IIa-Hüften wird eine Orthesenbehandlung mit oben beschriebenem Hinweis eingeleitet.

Abbildung 3.23

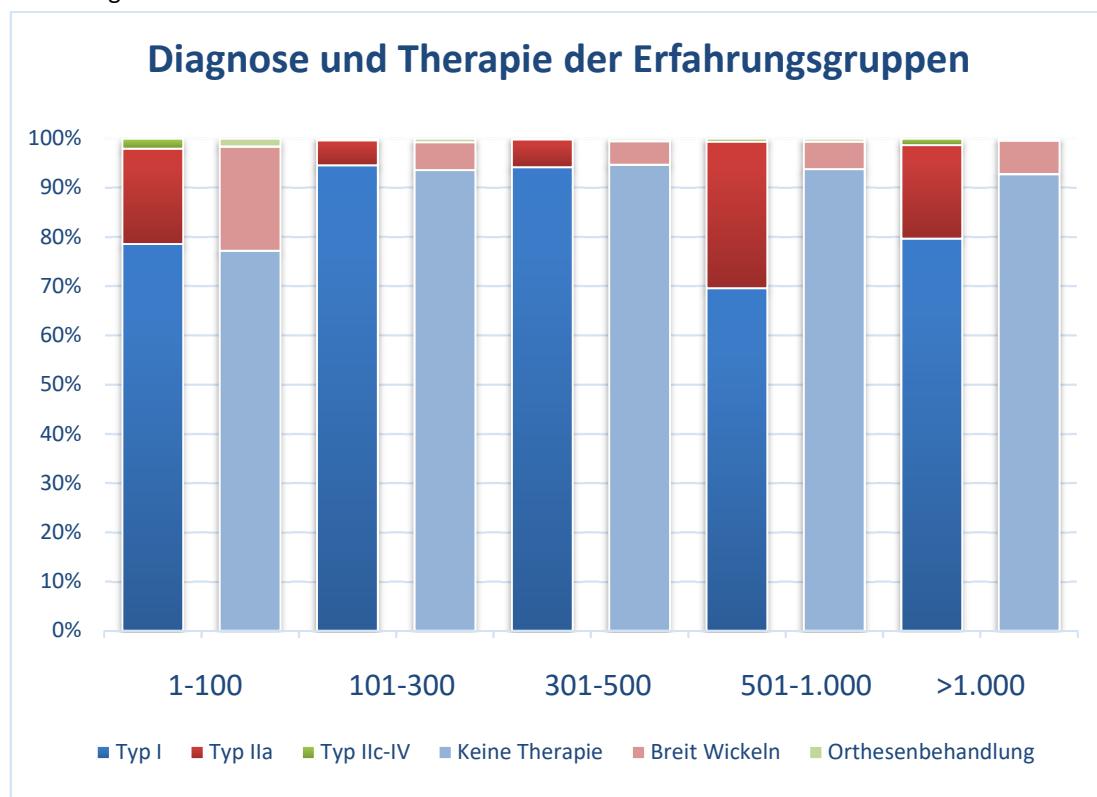




Bei den pathologischen Hüftbefunden wird in 2,7 % der Fälle zunächst keine Therapie, sondern ein Abwarten mit kurzfristiger Verlaufskontrolle empfohlen. Bei 73,1 % wird diese Empfehlung mit dem Hinweis, das Kind breit zu wickeln, verknüpft. In 102 Fällen wird eine Therapie mit Tübinger Hüftbeugeschiene oder Ähnlichem eingeleitet, das macht 24,1 % der pathologischen Hüftbefunde aus.

Die folgende Abbildung 3.24 zeigt die Diagnoseverteilung und die Therapieempfehlung für die jeweilige Erfahrungsgruppe nebeneinander. In den ersten drei Gruppen korrelieren die Diagnosen Hüfttyp I mit der Empfehlung „Keine Therapie“, Hüfttyp IIa mit der Empfehlung „Breit Wickeln“ und die pathologischen Hüftbefunde mit der Orthesenversorgung. In den Gruppen der erfahrenen Untersucher (>500 durchgeführte Untersuchungen) ist diese Korrelation nicht zu beobachten. Die Therapieempfehlung ist ähnlich verteilt wie in den Gruppen zuvor, die Diagnose Typ IIa wird jedoch deutlich häufiger dokumentiert.

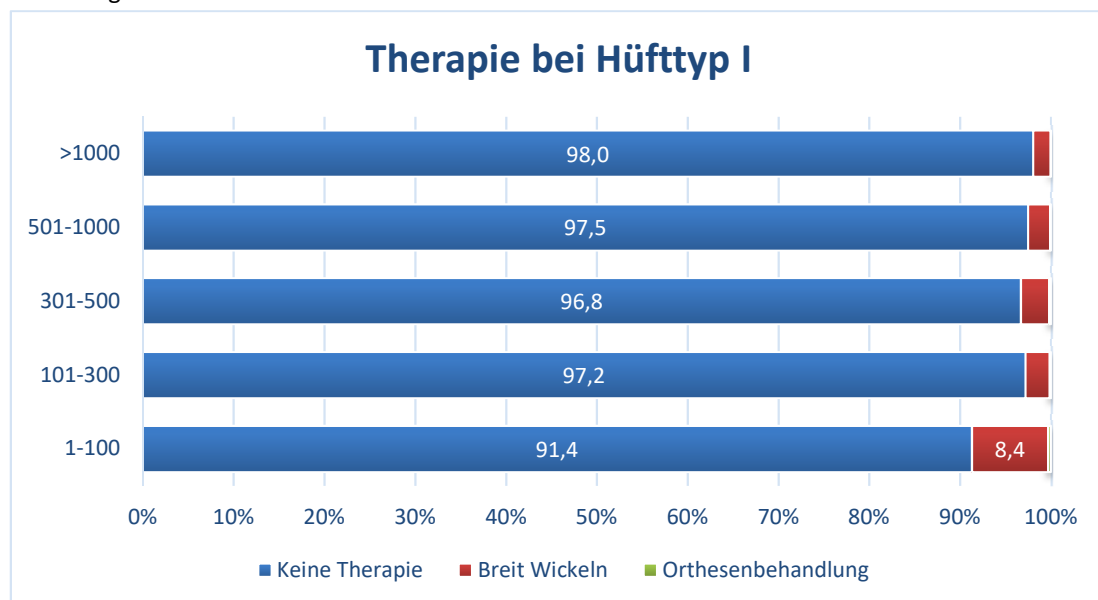
Abbildung 3.24



Wenn man diesen Zusammenhang weiter aufschlüsselt, lässt sich für die jeweiligen Erfahrungsgruppen feststellen, wie sich die Diagnose und Therapieempfehlung zueinander verhalten.

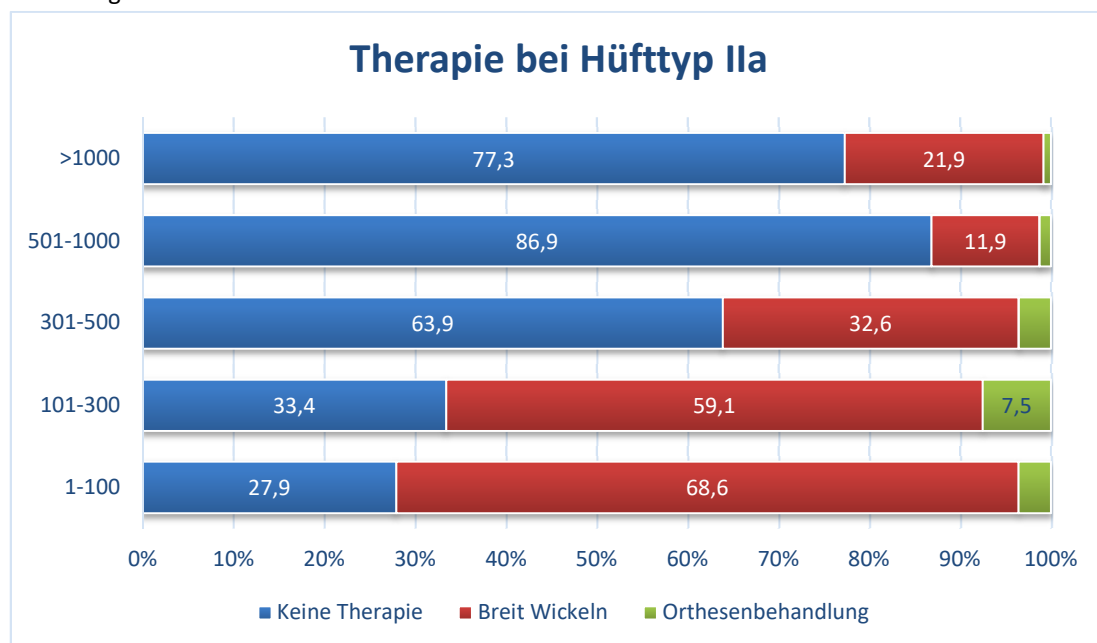
In der Gruppe der unerfahrenen Untersucher bestätigt sich die Tendenz aus der diagnoseunabhängigen Therapieempfehlung, siehe hierzu 3.4.3. Es wird bei der reifen Hüfte mit 8,4 % um fast 6 % häufiger zu breitem Wickeln des Säuglings geraten als in den anderen Gruppen (1,9-3,1 %).

Abbildung 3.25



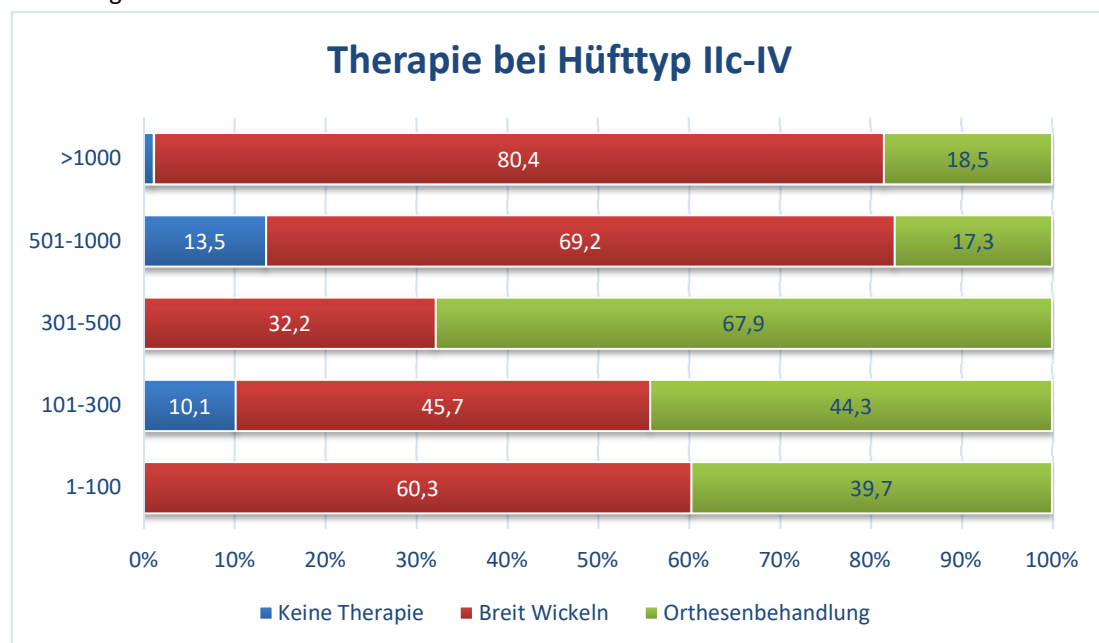
Bei der IIa-Hüfte lässt sich ebenfalls eine erfahrungsabhängige Tendenz feststellen. Die unerfahrenen Untersucher empfehlen am häufigsten (68,6 %), die Säuglinge breit zu wickeln. Diese Empfehlung nimmt daraufhin in den jeweiligen Erfahrungsgruppen ab, außer in der Gruppe der erfahrensten Untersucher, die diese Empfehlung entgegen dem Trend wieder um 10 % häufiger ausspricht als die Gruppe zuvor. Die Orthesenversorgung wird mit 7,5 % am häufigsten in der Gruppe der Ärzte mit 101-300 durchgeführten Untersuchungen eingeleitet. Die Erfahrungsgruppen um diese Gruppe herum wählen diese Behandlungsstrategie mit jeweils 3,5 % Unterschied seltener. Die erfahrensten Gruppen raten nur in 0,8-1,3 % zur Orthesenversorgung. Hierbei ist der oben beschriebene Effekt, dass die gesunde Hüfte mitbehandelt wird bzw. die Therapieempfehlung sich nach der schlechteren Hüfte richtet zu beachten.

Abbildung 3.26



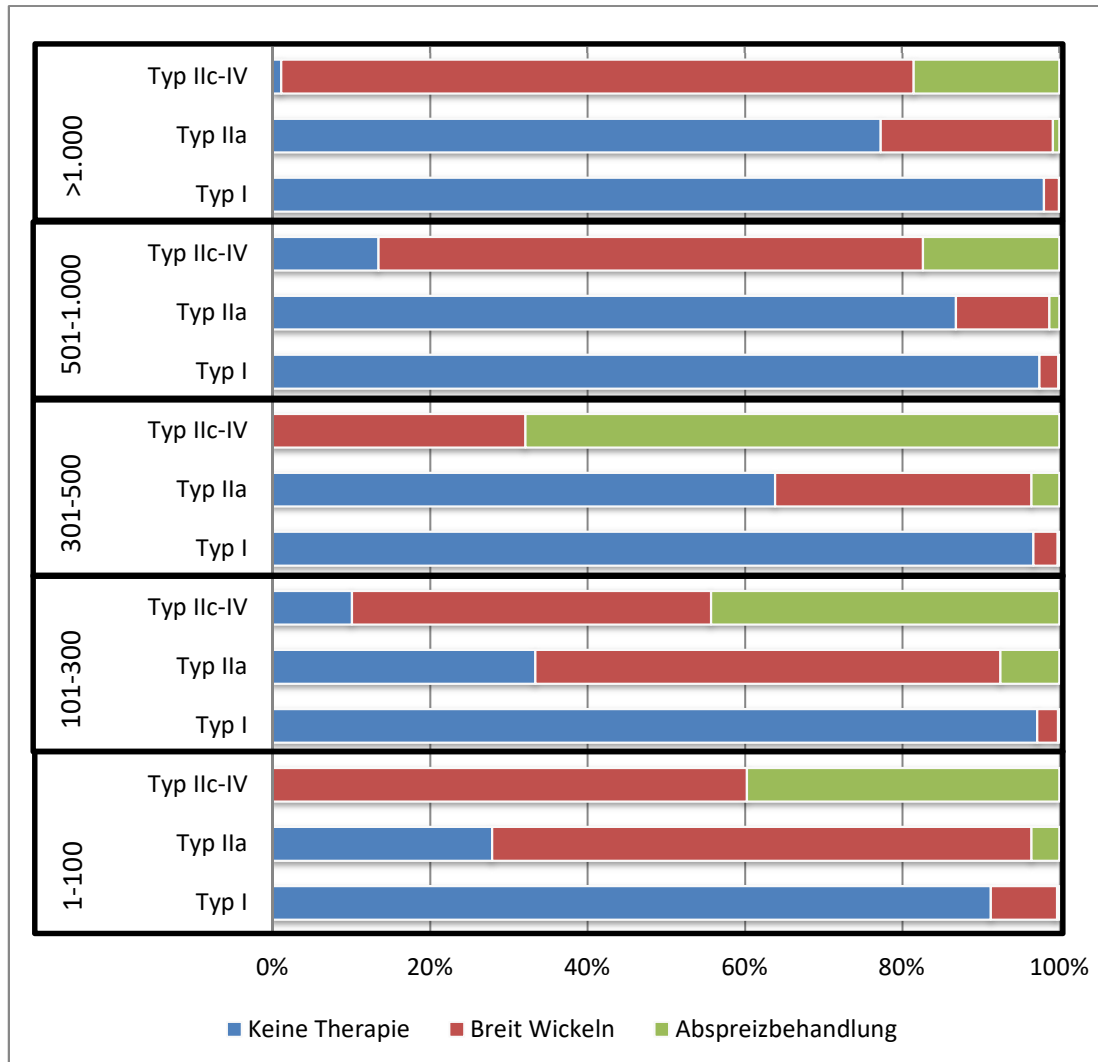
Die Therapieempfehlungen der pathologischen Hüftbefunde IIc-IV zeigen die auffälligsten Unterschiede und stellen sich eher unabhängig von der Erfahrung des Untersuchers dar. Die konsequenteste Behandlung mit 67,9 % Orthesenversorgung findet sich in der mittleren Erfahrungsgruppe (301-500 durchgeführte Untersuchungen). Die Untersucher mit weniger Erfahrung wählten eine Orthese zur Therapie in 39,7-44,3 % der Fälle. Die erfahreneren Untersucher hingegen wählten nur bei 17,3-18,5 % den therapeutischen Weg einer Orthese. Hier findet sich der größte Anteil an Empfehlungen, breit zu wickeln, in 13,5 % wird sogar keine Therapieempfehlung ausgesprochen. In der Gruppe der Untersucher mit 101-300 Untersuchungen sind ebenfalls 10,1 % der pathologischen Hüften ohne Therapie aus der Klinik entlassen worden. Die meisten Untersucher, die in dieser Diagnosegruppe keine Therapie oder die Empfehlung des breiten Wickelns formulierten, haben eine zeitnahe Kontrolluntersuchung in ein bis vier Wochen empfohlen.

Abbildung 3.27



Sämtliche Vergleiche zwischen dem Hüfttyp und der gewählten Therapie innerhalb der fünf Erfahrungsgruppen führten zu statistisch signifikanten Unterschieden ( $p < 0,05$ ). Die Abbildung 3.28 zeigt zusammengefasst die Therapieempfehlungen zu den Diagnosegruppen aufgeteilt auf die Erfahrungsgruppen.

Abbildung 3.28 Diagnose mit Therapieempfehlungen der Erfahrungsgruppen



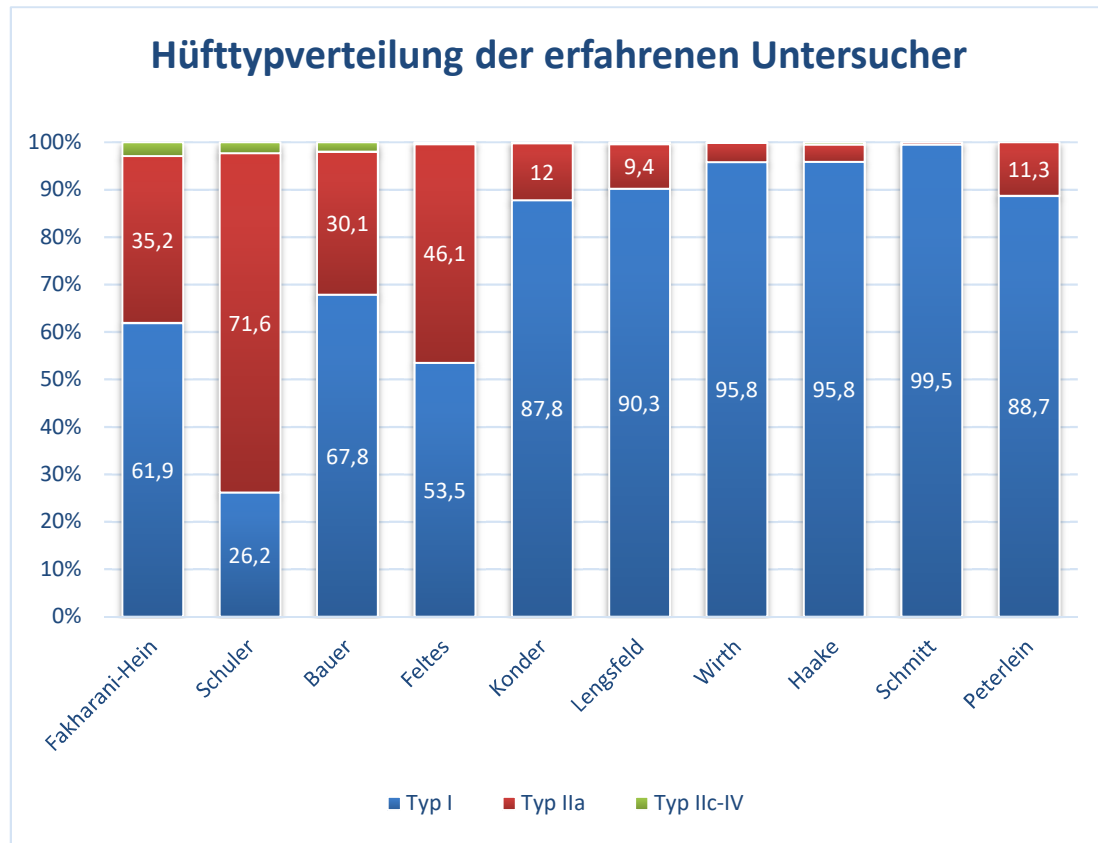
### 3.4.5 Diagnosen und Therapieempfehlung der erfahrenen Untersucher

Die erfahrenen Untersucher, die über 500 Untersuchungen durchgeführt haben, werden nun noch einzeln genauer betrachtet. In der Abbildung 3.29 sind die Diagnosen der einzelnen Untersucher als prozentuale Aufteilung abgebildet. Die Untersucher wurden chronologisch angeordnet. Hierbei fällt auf, dass die Untersucher, die ihre Tätigkeit im Ultraschallscreening von 1985 bis 1989 begonnen hatten (Fakharani-Hein, Schuler, Bauer, Feltes (links in der Abbildung)) deutlich seltener einen normalen bzw. reifen Hüftbefund diagnostizierten. Diese vier Untersucher diagnostizierten in 30,1-71,6 % der Fälle einen Hüfttyp IIa, und bei 0,4-2,9 % einen pathologischen Hüftbefund (IIc – IV). Mit nur 26,2 % gesunden Hüften und entsprechend 71,6 % physiologisch unreifen Hüften sticht der Untersucher Schuler deutlich heraus.

Die folgenden Untersucher (Konder, Lengsfeld, Wirth, Haake), die ab 1990 aktiv waren haben eine ähnliche Verteilung der Hüfttypen mit 87,8-95,8 % an Hüfttyp I, entsprechend 3,6-12 % Hüfttyp IIa. Die pathologischen Hüftbefunde machen in diesem Zeitraum nur noch 0,1-0,4 % aus.

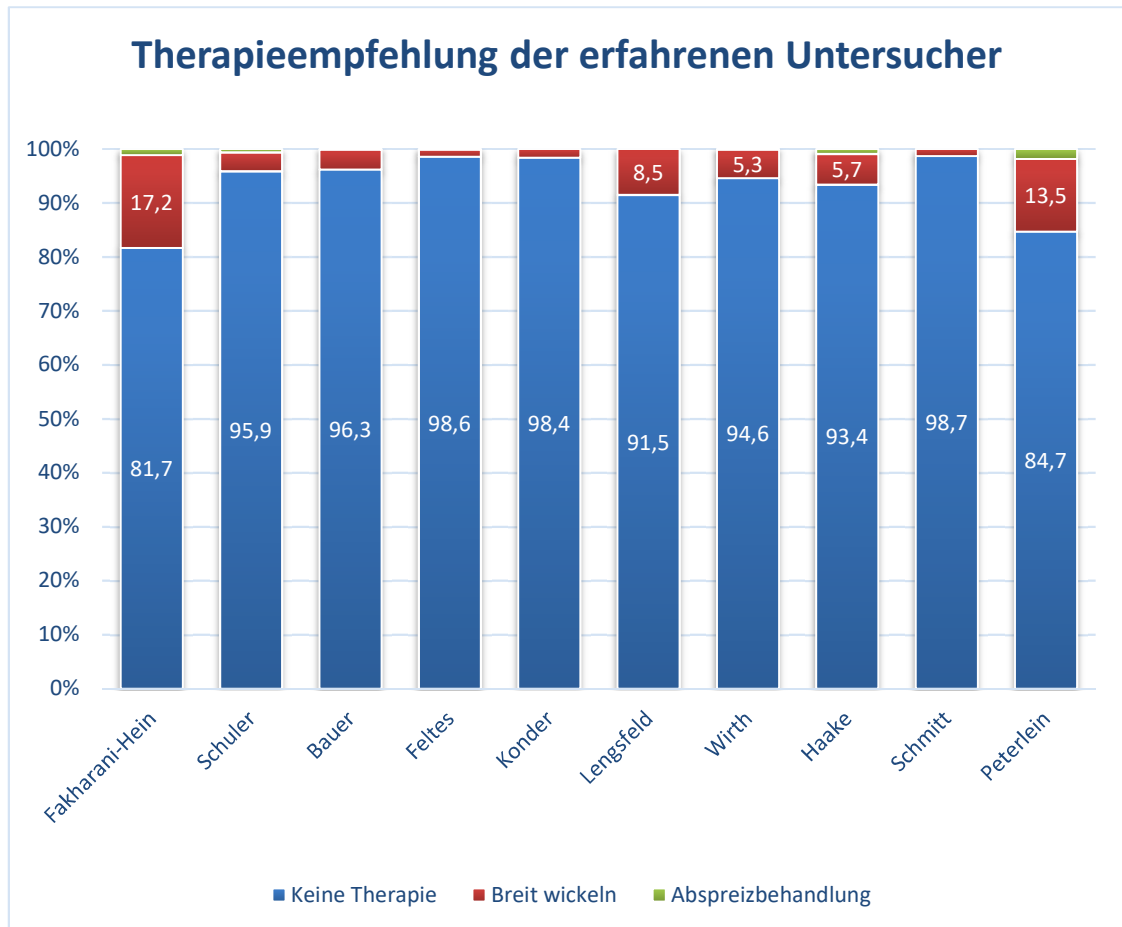
Ab dem Jahr 2000 gab es eine größere Zahl an Untersuchern und somit weniger Ärzte, die über 500 Untersuchungen durchführen konnten. Untersucher Schmitt und Peterlein waren in diesem Zeitraum entsprechend aktiv an dem Screening beteiligt. Beide diagnostizierten aus 527 Untersuchungen (Schmitt) und 711 Untersuchungen (Peterlein) keinen pathologischen Hüftbefund. Schmitt zeigt mit 99,5 % die häufigste Diagnosestellung einer reifen Hüfte und diagnostizierte somit nur 0,5 % physiologisch unreife Hüften. Peterlein zeigte eine Verteilung von 88,7 % Hüfttyp I und 11,3 % Hüfttyp IIa.

Abbildung 3.29



In der Therapieempfehlung der erfahrenen Untersucher (>500) zeigen sich weniger auffällige Unterschiede als in der Diagnosestellung. Die Korrelation der Diagnose IIa mit „Breit wickeln“ und IIc-IV mit „Abspreizbehandlung“ ist bei den ersten fünf Untersuchern nicht zu sehen. Die späteren fünf erfahrensten Untersucher zeigen eine ähnliche Korrelation zwischen Diagnose und Therapie wie die unerfahreneren Untersucher (Kapitel 3.4.4). Zwei Untersucher haben auffällig häufiger „Breit Wickeln“ empfohlen (13,5 % und 17,2 %), die anderen notierten diese Empfehlung bei 1,3-8,5 %. Die Orthesenbehandlung wurde insgesamt sehr zurückhaltend durchgeführt. Drei Untersucher notierten diese Empfehlung in 0,9-1,8 %, die anderen in nur 0-0,6 % der Fälle.

Abbildung 3.30





## 4 Diskussion

---

### 4.1 Allgemeine Diskussion

Mit der Auswertung des Screenings über 25 Jahre handelt es sich hier um einen langen Beobachtungszeitraum, der an einem Standort ausgewertet wird. Es ermöglicht den Verlauf der Hüfteinteilung nach Graf von der Frühphase bis zur Etablierung des Screenings begleitend auszuwerten. Insbesondere lässt die Studie zu, die Anfänge des Ultraschallscreenings zu bewerten und sowohl Stärken als auch Schwächen aufzuzeigen.

Mit der hohen Untersuchungszahl von 18.247 Säuglingen ist dies im deutschsprachigen Raum eine der zahlenmäßig größten Studien zum Screening der Säuglingshüfte. (Koneremann, Gruber et al. 1999).

Die Untersuchungen fanden direkt postnatal während des Krankenhausaufenthaltes auf der Entbindungsstation statt. Dies muss eventuell bei direkten Vergleichen mit dem gesetzlich vorgeschriebenen Screening im Rahmen der Vorsorgeuntersuchungen für Kinder (U3) berücksichtigt werden. Das Screening erfolgte in unserem Kollektiv bei einigen Säuglingen bereits am Tag der Geburt, meist am ersten bis zweiten Lebenstag. Untersuchungen nach dem fünften Lebenstag erfolgten selten. Die Säuglinge, bei denen die Untersuchung nach dem zehnten Lebenstag erfolgte, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt, um eine tatsächliche Dokumentation des Neugeborenencreenings zu bilden. Problematisch hierbei ist, dass Säuglinge, die postnatal z.B. länger auf der Neugeborenen-Intensivstation wegen Frühgeburt oder Komorbiditäten behandelt werden mussten, nicht mitberücksichtigt wurden und somit gerade der Risikofaktor Frühgeburt nicht berücksichtigt werden konnte.

### 4.1.1 Sorgfalt der Dokumentation

Die Dokumentationssorgfalt hat im Laufe der Jahre deutlich zugenommen. Der Untersuchungsbogen wurde im Verlauf entsprechend den wissenschaftlichen Entwicklungen zweimal angepasst und geändert. Hierbei wurden auch neue Auswahlmöglichkeiten und Fragestellungen hinzugefügt.

Insbesondere in den Achtzigerjahren wurden einige anamnestische Angaben wie Familienanamnese und Geburtsbesonderheiten gar nicht dokumentiert. Die Angaben der Geburtsumstände wurden ab ca. 1995 relativ konsequent erfragt, die Familienanamnese ab ca. 2007.

Der körperliche Untersuchungsbefund wurde schon ab 1985 sorgfältig ausgefüllt. Hier wurden meist die Angaben eines unauffälligen Befundes gemacht. Die Auswahlmöglichkeiten wie Faltenasymmetrie, Abspreizhemmung, Instabilitätszeichen / Locker, oder Ortolani-Zeichen waren auf dem ersten und dem zuletzt verwendeten Bogen aufgeführt. Der zweite Bogen hatte hierzu lediglich einen Freitext. Wurde hier nichts eingetragen, galt die Untersuchung als unauffällig. Orthopädische Komorbiditäten wurden im Freitext beschrieben. Es bleibt unklar, in welchem Umfang die Untersucher die klinische Untersuchung durchgeführt haben, eine konkretere Standardisierung des Untersuchungsvorgangs liegt scheinbar nicht vor. Es ist anzunehmen, dass die Säuglinge zumindest bezüglich der aufgeführten Auswahlmöglichkeiten untersucht wurden. Wahrscheinlich hat jeder Untersucher einen persönlich standardisierten Vorgang gewählt und entsprechend durchgeführt.

Die sonographische Beschreibung war auf dem ersten Befundbogen nicht vorgesehen. Ab dem zweiten Bogen, der ab 1986 eingesetzt wurde, konnte die Beschreibung anhand der Auswahlmöglichkeiten (knöcherne Formgebung, knöchernes Erkerareal und das Knorpeldach) durchgeführt werden. Dies erfolgte jedoch anfangs sehr inkonsequent. Ab ca. 1995 wurde bis auf wenige Ausnahmen die sonographische Beschreibung mittels Ankreuzen der Auswahlmöglichkeiten dokumentiert. Der Bogen und insbesondere die sonographische Beschreibung musste den wissenschaftlich aktuellen Entwicklungen angepasst werden. Hier wurde nicht die identische Terminologie, der Hüfteinteilung nach Graf verwendet.

Die Definition des knorpelig präformierten Pfannendachs war selbst im zuletzt verwendeten Befundbogen mit „spitz, übergreifend, verdrängt“ zeitlich überholt und musste entsprechend geändert werden. Der zuletzt verwendete Bogen bot zum Beispiel auch noch die Möglichkeit den „Hüfttyp IIg“ (statt IIc) auszuwählen.

Der  $\alpha$ -Winkel wurde auf den Untersuchungsbögen ab 1995 sporadisch und ab 1999 konsequent notiert. Hierfür war im gesamten Beobachtungszeitraum kein vorgesehenes Feld auf dem Untersuchungsbogen vorhanden. Ob oder ab wann der Winkel zur Diagnosebestimmung überhaupt gemessen wurde, lässt sich nicht beantworten. Es ist davon auszugehen, dass in den Anfängen des Marburger Screenings der Hüfttyp mittels Blickdiagnose bzw. nach den morphologischen Kriterien bestimmt wurde. Die genaue Einteilung aufgrund der sonographischen Identifizierung und der Winkelmessung an den eingezeichneten Kennlinien wurde erst später praktiziert. Ein Zeitpunkt des Wandels lässt sich nicht genau bestimmen, da die sonographischen Bilder erst später, ab ca. 1993, an den Untersuchungsbogen geheftet wurden. Der  $\beta$ -Winkel wurde ab 2004 dokumentiert, jedoch bis auf das Jahr 2009 lückenhaft.

Da es sich um eine retrospektive statistische Analyse der Untersuchungsergebnisse handelt, konnte kein Einfluss auf die Dokumentationssorgfalt genommen werden. In den Auswertungen konnten entsprechend nur die dokumentierten Befunde berücksichtigt werden. Vollständige Daten lagen für die Gesamtauswertung des Hüfttyps und der Therapieempfehlung vor. Unvollständige Daten wurden nicht ausgeschlossen. Bezogen auf die Fragestellung wurden jeweils nur die verwertbaren Fälle eingeschlossen. Bezüglich der Risikofaktoren, zum Beispiel, konnte nur ein Bruchteil der Daten berücksichtigt werden.

#### **4.1.2 Änderung der Untersuchungsbedingungen**

Im gesamten Zeitraum von 25 Jahren wurde mit insgesamt drei Ultraschallgeräten untersucht. Der Zeitpunkt des Gerätewechsels ist nicht genauer bekannt. Die Qualität der Bilder hat mit den neueren Geräten und der Verbesserung des

Auflösungsvermögens der Schallköpfe jeweils zugenommen und eine zuverlässigere Diagnostik ermöglicht. Eine digitale Winkelbestimmung wäre mit dem neuesten Gerät möglich, wurde in unserem Beobachtungszeitraum jedoch nicht durchgeführt. Es erfolgte stets die Winkelmessung am Papiausdruck, welche in DEGUM-Kursen zur Säuglingssonografie gelehrt wird und als klassische Auswertung gilt. Im Vergleich zur digitalen Messung gibt es nur geringe Abweichungen, jedoch zeigt die Messung auf dem Papiausdruck eine geringere Streuung der Winkel (Peterlein, Schüttler et al. 2012).

Die Lagerung des Säuglings bei der Ultraschalluntersuchung wurde in unserem gesamten Beobachtungszeitraum nicht mittels Lagerungsschale vereinfacht. Es ist anzunehmen, dass kein einheitliches Vorgehen vorlag und der Säugling untersucherabhängig gelagert bzw. gehalten wurde. Auf Nachfragen bei den untersuchenden Ärzten wurde der Säugling meist am Kopf bzw. Rumpf von einem Elternteil oder der Krankenschwester gestützt. Durch Fixieren des angewinkelten Beines mit einer Hand des Untersuchers wurde der Säugling in exakter Seitenlagerung gehalten und mit der anderen Hand der Schallkopf frei geführt. Dies wurde mittlerweile angepasst und nach „state of the art“ eine Lagerungsschale mit Schallkopfführung eingesetzt. Peterlein et al. zeigte in seiner Umfrage, dass an deutschen Universitätskliniken zu 100 % Lagerungsschalen verwendet werden. Eine Schallkopfführungsapparatur wird in ca. einem Drittel der befragten Unikliniken verwendet (Peterlein and Fuchs-Winkelmann 2014). Jung et al. stellten in ihren Untersuchungen fest, dass mit dem Sonoguide (Lagerungsschale mit Schallkopfführungsapparatur) nur unerfahrene Untersucher etwas schneller das korrekte Sonogramm erstellen. Erfahrene Untersucher brauchen mit der Schallkopfführung länger. Beide Untersuchergruppen brauchten mehr Versuche (Freezes) um das korrekte Bild zu erstellen. Hinsichtlich der Qualität der Bilder fanden sich keine Unterschiede (Jung, Anagnostakos et al. 2012). Die Verwendung einer Schallkopfführungsapparatur ist allerdings nach dem folgenden Zitat von Graf heutzutage obligat und sollte zur Vermeidung der Kippfehler konsequent eingesetzt werden. „Der Verzicht auf diese Standardausrüstung ist inakzeptabel und vergleichbar mit einer Operation mit einem Taschenmesser auf einem Küchentisch.“ (Graf 2002)

### 4.1.3 Ausbildung der Untersucher

Im Beobachtungszeitraum von 1985 bis 2009 erfolgte am Universitätsklinikum Marburg die Ausbildung bzw. das Anlernen der untersuchenden Ärzte in Form des sogenannten „bedside teaching“. Bereits erfahrene Untersucher leiteten ihre jüngeren Kollegen im direkten Patientenkontakt an und brachten ihnen das sonografieren der Säuglingshüfte bei. Eine strukturierte Schulung der Mitarbeiter fand bis 2009 nicht statt.

In diesem unsystematischen Anlernen der Untersucher liegt die Gefahr, dass Fehler bei der Durchführung der Untersuchung und Auswertung unreflektiert weitergegeben werden. Es wird in den letzten Jahren vermehrt über diese Qualitätsdefizite im sonografischen Screening diskutiert und von Folgen einer fehlerhaft durchgeführten Untersuchung wird berichtet (Epping 2012; Tschauner and Matthiessen 2012).

Hinzu kommt, dass die 50 Sonografien, die für die Facharztanerkennung als Orthopäde und Unfallchirurg notwendig sind, von vielen Untersuchern möglichst schnell abgehakt werden wollen. Waren es von 1985 bis 1995 noch 3-5 verschiedene Untersucher pro Jahr, steigerte sich die Untersucherzahl ab 1995 auf bis zu 10 verschiedene Untersucher pro Jahr. Hierbei haben insbesondere in der Unfallchirurgie nur wenige Assistenzärzte Interesse daran, korrektes Sonografieren wirklich zu lernen und bringen daher wenig Bereitschaft, an einer strukturierten Ausbildung teilzunehmen, mit. Die Untersucherzahl steigt und die Erfahrung der einzelnen Untersucher sinkt. Matthiessen bezeichnet diese Integration der Säuglingssonografie in die Facharztweiterbildung als Fehler und fordert eine gesonderte Zusatzausbildung in der Säuglingssonografie für den, der sie wirklich machen möchte (Epping 2012). Die Umsetzbarkeit und die Auswirkungen sind schwer vorherzusehen und müssten geprüft werden. Neben der Anzahl der nötigen Ausbilder / Seminarleiter müssten auch die Ausbildungsstandorte die entsprechenden Voraussetzungen mitbringen. Es wird eine Qualitätsverbesserung erwartet, jedoch würde voraussichtlich die Bereitschaft die Sonografie der Säuglingshüfte zu erlernen, eher zurückgehen.

Kinderärzte müssen mit der Facharztanerkennung sogar die für die KV-Zulassung erforderlichen 200 Sonografien vorweisen. Sie könnten also sofort nach der Niederlassung mit dem Sonografieren beginnen. Im April 2012 wurden auf Drängen der Kassenärztlichen Bundesvereinigung und des Spitzenverbandes der Gesetzlichen Krankenkassen die Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135, Absatz 2 SGB V zur Ultraschalldiagnostik (Ultraschallvereinbarung) in der Anlage V zur Sonografie der Säuglingshüfte novelliert. Neu in der Vereinbarung ist eine Initialprüfung. So müssen jetzt nach der Genehmigungserteilung die Befunde der ersten zwölf durchgeführten und abgerechneten Hüftsonografien der Kassenärztlichen Vereinigung zur Prüfung vorgelegt werden. Dadurch können mögliche Schwächen in der fachlichen Qualifikation frühzeitig erkannt werden. Weiterhin wird dann bei Bestehen der Initialprüfung in regelmäßigen Abständen – nach 2 Jahren, dann nach 5 Jahren – kontrolliert. Die Anforderungen an die Bild- und Schriftdokumentation wurden überarbeitet und die Kriterien für eine nicht sachgerechte Dokumentation angepasst. Diese Änderungen sind in der Ultraschallvereinbarung aufgeführt. Weiterhin gibt es eine Broschüre der KBV („Sonografie der Säuglingshüfte – aber richtig“), die als praktischer Leitfaden für die Geräteeinstellung, Untersuchungstechnik und Befunddokumentation dient.

## 4.2 Diskussion der Ergebnisse

### 4.2.1 Allgemein

Von den 18.247 untersuchten Säuglingen waren 50,7 % männlich und 49,3 % weiblich, welches mit einem Verhältnis von 1,03 (männlich zu weiblich) in etwa dem normalen sekundären Geschlechtsverhältnis von 1,06 in Deutschland bei der Geburt entspricht (Länderdaten 2013).

### 4.2.2 Verteilung der Hüfttypen

Über die epidemiologischen Daten der Säuglinge im Marburger Umfeld lassen sich im zeitlichen Verlauf deutliche und statistisch signifikante Unterschiede nachweisen.

Ob es sich um eine tatsächliche Änderung der Inzidenz handelt, ist eher unwahrscheinlich. Nach unseren Informationen ist die Sonografie der Säuglingshüfte in Marburg 1985 als neues Verfahren eingeführt worden. Es ist offensichtlich, dass mit der Einführung dieser neuen diagnostischen Methode vermehrte Unsicherheiten in Bezug auf die Untersuchungstechnik, aber auch auf die sonografische Anatomie vorlagen. Die Änderungen scheinen somit eher durch den technischen Fortschritt seitens der Ultraschallgeräte und die erst im Verlauf erlangte Sicherheit bei den Untersuchern bedingt. Die Verbesserung der Ultraschallauflösung wäre eine weitere mögliche Erklärung, für den Rückgang der auffälligen Befunde. Hell et al. zeigte, dass ohne strukturierte Ausbildung (vor einem DEGUM-Kurs) und insbesondere an qualitativ schlechteren Sonogrammen signifikant höhere Messabweichungen zu beobachten sind (Hell, Becker et al. 2008).

Die Typisierung der Hüfte erfolgte initial nach morphologischen Kriterien und war somit sehr untersucherabhängig. Die morphologische Einschätzung und Typisierung wird heute noch gefordert, um nicht von der systematisch anatomischen

Identifizierung abzuweichen. Mit der Winkelmessung ist jedoch eine weitaus präzisere Hüfttypisierung möglich geworden (Graf, Lercher et al. 2010).

Weiterhin brachte der Beginn der zunehmenden Standardisierung der Untersuchungstechnik und Auswertung eine verbesserte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Diese Standardisierung ist jedoch erst nach unserem Beobachtungszeitraum endgültig in Marburg angekommen.

Der Hüfttyp Ia machte in den Jahren 1985-94 noch zwischen 11,6 % und 19,5 % der Hüfttypen aus, hier wurde die Diagnose jedoch nur nach Morphologie und ungefähre Einschätzung der Winkel durch den Untersucher gestellt. Der Anteil wurde ab 1995 mit weniger als 1,5 % deutlich geringer, auch wenn hier weiterhin noch keine konsequente Winkelmessung bzw. Dokumentation der Messergebnisse vorlag. Im weiteren Verlauf gab es keine Änderungen, sodass von einem tatsächlich geringen Anteil an Ia-Hüften in unserer Population auszugehen ist.

Die auffälligste Änderung im zeitlichen Verlauf ist für den Hüfttyp IIa zu verzeichnen. Er wurde in den ersten Jahren überproportional häufig diagnostiziert. 1986 machte dieser Hüfttyp über 51 % der Diagnosen aus, ab 1994 pendelte er sich zwischen 1% und 5 % ein. In den letzten zwei Jahren wurde ein Anstieg auf 12 % bis 15 % beobachtet. Der Grund für die anfangs häufige IIa-Hüfte liegt höchstwahrscheinlich ebenso in der Auswertung des Sonogramms als Blickdiagnose. Weitzel zeigte 1994, dass sich die Hüfttypen I und IIa nach morphologischen Kriterien oft nicht unterscheiden lassen (Weitzel 1994). Eventuell auch aufgrund der Unsicherheit der Untersucher wurde hier mutmaßlich eher eine Diagnose gestellt, bei der keine falsche Sicherheit ausgesprochen wurde. Dies wurde mit Empfehlungen wie breitem Wickeln und kurzfristigen Verlaufskontrollen kombiniert. Ähnliche Ergebnisse aus den Jahren 1984-90 zeigten Mellerowicz et al. mit 73,9 % IIa-Hüften bei einer Fallzahl von 5076 Säuglingen (Konermann, Gruber et al. 1999). Der Anstieg auf 12 % bis 15 % in den Jahren 2008-09 ist nicht durch die „Blickdiagnose“ zu erklären. Hier scheint die Ursache eher darin zu liegen, dass es mehr Untersucher mit jeweils weniger Erfahrung gab. Die Effekte des bedside teaching scheinen hier mit ursächlich zu sein. Mögliche Fehler liegen in der Ultraschallausführung (Kippfehler), da bis 2009 keine Lagerungsschale und keine



Schallkopfführungsapparatur eingesetzt wurden. Zu häufigeren Ila-Hüften kann der schwerwiegendste und auch am schwierigsten zu entdeckende kaudokraniale Kippfehler führen. Dieser Kippfehler kann zur Verschlechterung des Hüfttyps und somit scheinbar pathologischen Hüften führen (Graf, Lercher et al. 2010). Ebenso könnten in der Auswertung der Bilder (Einzeichnen der Linien und Winkelmessung) Fehler unreflektiert weitergegeben werden. Hierbei könnte vor allem das Einzeichnen der Pfannendachlinie, welche besondere Gefahren bei der Identifizierung des Unterrand des Os ilium birgt, ursächlich sein. Der Untersucher mit den meisten Untersuchungen in diesem Zeitraum stellte in insgesamt 11,3 % der Fälle die Diagnose Hüfttyp Ila. Ob also eine tatsächliche Zunahme der unreifen Hüften im Marburger Umfeld vorlag, ist eher nicht anzunehmen. In der Literatur werden bereits früh Schwankungen von 8,8 % bis 73,9 % angegeben (Weitzel 1994). Dies bestätigt sich auch in aktuelleren Ergebnissen wie zum Beispiel von Partenheimer et al. mit etwas über 50 % an Ila-Hüften (Partenheimer, Scheler-Hofmann et al. 2006) oder auch 2011 Kosar et al. mit 15,3 % (Kosar, Ergun et al. 2011).

In unseren Ergebnissen wurde im Vergleich zur Literatur ein pathologischer Hüftbefund (Hüftreifungsstörung bzw. Hüfttypen Ilc oder schlechter) relativ selten beschrieben. Mit 0,8 % Hüftreifungsstörungen über den gesamten Zeitraum von 25 Jahren bewegen sich die Ergebnisse im unteren Bereich der Schwankungsbreite der Inzidenz von 0,57-3,0 % (Konermann, Gruber et al. 1999). Die Inzidenz wird in aktuelleren Arbeiten teilweise auch höher im Bereich von 1,3-4,9 % beschrieben. Falliner et al. zeigten eine Inzidenz von 1,3 % (Falliner, Schwinzer et al. 2006), Partenheimer 4,9 % (Partenheimer, Scheler-Hofmann et al. 2006). Im zeitlichen Verlauf ist in unseren Ergebnissen zudem ein Rückgang der therapiebedürftigen Befunde zu beobachten. In den Jahren 1985-89 waren es noch 186 Hüften (2,3 %), in den folgenden Zeitintervallen dann nur noch 6-64 Hüften (0,1-0,7 %), die als pathologische Befunde eingeordnet werden mussten. Die meisten dieser Hüften (92 %) wurden als Hüfte im Gefährdungsbereich bzw. kritische Hüfte eingestuft (Typ Ilc). Die Stadien D, III und IV, also dezentrierte Hüftköpfe, wurden in 25 Jahren nur 21 Mal diagnostiziert. Dies entspricht weniger als einem dezentrierten Gelenk pro Jahr. Einen ähnlichen Rückgang der pathologischen Befunde zeigte Treiber et al. in

Slowenien. Dort wurde von 1997 bis 2005 ein Rückgang der Hüftbefunde Typ IIc oder schlechter von 2,1 % auf 0,3 % beobachtet. Diese Abnahme um den Faktor 7 wurde hauptsächlich auf die zunehmende Erfahrung und bessere Ausbildung der Untersucher zurückgeführt (Treiber, Tomazic et al. 2008).

#### **4.2.2.1 Klinische Untersuchung**

Die klinische Untersuchung nimmt durch ihre niedrige Sensitivität einen immer geringeren Stellenwert in der Diagnostik der Hüftdyplasie ein. Die klinische Diagnostik wurde auch schon vor Etablierung der sonographischen Diagnostik in ihrer Aussagekraft in Frage gestellt und erwies sich immer mehr als ungeeignet, um eine Hüftreifungsstörung sicher zu erkennen. Bache et al. zeigte, dass lediglich 20 % der Säuglinge mit einem sonografisch auffälligen Befund klinische Instabilitätszeichen zeigten (Bache, Clegg et al. 2002). Engesaeter et al. untersuchte junge Patienten in Norwegen, die im durchschnittlichen Alter von 25 Jahren aufgrund einer sekundären Dysplasie-Koxarthrose bereits eine Hüft-Totalendoprothese erhielten. Er stellt überraschend fest, dass nur 8 % der Patienten Instabilitätszeichen der Hüfte nach der Geburt aufwiesen (Engesaeter, Lie et al. 2008). Bezüglich des Klick-Phänomens der Hüfte, zeigte Ackermann et al., dass darin kein Krankheitswert liegt (Ackermann and Kupper 1984).

In unseren Ergebnissen lässt sich bestätigen, dass die klinische Untersuchung für die Hüfttypisierung keine wesentliche Rolle mehr spielt. Mit einer auffallend geringen Sensitivität von 2,5 % für das Ortolani-Zeichen lässt sich die Frage, ob die Durchführung dieser durch die Scherkräfte möglicherweise auch knorpelschädigenden Untersuchungstechnik noch durchgeführt werden sollte, mit einem klaren Nein beantworten. Die Inspektion der Hautfalten und Beinlänge, sowie das Bewegen der Beine kann unbedenklich weiter durchgeführt werden, auch wenn hier mit einer Sensitivität von ca. 30 % für die Faltenasymmetrie oder Abspreizhemmung keine wirkliche Konsequenz gezogen werden kann. Trotz dieser Fakten soll und wird es weiterhin für einen Orthopäden und auch Pädiater unumgänglich sein, einen Säugling klinisch zu untersuchen.

#### **4.2.2.2 Komorbiditäten**

Die Komorbiditäten bzw. Besonderheiten, die in unseren Ergebnissen dokumentiert wurden, sind eher als Zufallsbefunde zu werten, die dem aufmerksamen Orthopäden aufgefallen sind. Beim Screening der Säuglingshüfte wurde nicht standardisiert und gezielt nach anderen Auffälligkeiten untersucht wie zum Beispiel bei den gesetzlich vorgeschriebenen Vorsorgeuntersuchungen durch die Pädiater. Daher lassen sich hier keine sicheren Schlüsse auf Inzidenzen oder Zusammenhänge mit der Hüftdysplasie schließen. Zukünftig könnte hier gezielt auf dem Untersuchungsbogen gefragt werden, um eine Auswertung mit eventuellen Rückschlüssen auf Zusammenhänge zuzulassen.

### **4.2.3 Wertigkeit der Risikofaktoren**

#### **4.2.3.1 Seite (rechte vs. linke Hüfte)**

Entgegen der Erwartung zeigt sich in unseren Ergebnissen kein signifikanter Unterschied der Hüfttypen rechts und links. Wie die Meta-Analyse von Ortiz-Neira et al. zeigt, ist die linke Seite durchweg häufiger von der Hüftreifungsstörung betroffen als die rechte Seite (Ortiz-Neira, Paolucci et al. 2012). Auch Rühmann zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit häufiger pathologischen Befunden der linken Hüfte. Es sind auch in unseren Ergebnissen Tendenzen zuungunsten der linken Seite zu erkennen. Insbesondere bei den pathologischen Hüftbefunden (Typ IIc-IV) ist dies mit gut 10 % Unterschied am deutlichsten zu erkennen. Wie auch in der populationsbasierten Studie von Partenheimer et al. besteht hier jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied (Partenheimer, Scheler-Hofmann et al. 2006).

#### **4.2.3.2 Geschlecht (männlich vs. weiblich)**

Der Risikofaktor, als weiblicher Säugling häufiger eine Hüftdysplasie zu haben bestätigt sich in unseren Daten. Obwohl sich bei gesunden und auch physiologisch

unreifen Hüften kein Unterschied zeigt, liegt bei den pathologischen Hüften (Typ IIc oder schlechter) ein Verhältnis männlich zu weiblich von 1:4 bis 1:5 vor. Hier deckt sich das Ergebnis mit den meisten Literaturangaben (Pauer, Rossak et al. 1988; Sionek, Czubak et al. 2008).

#### **4.2.3.3 Familienanamnese (positiv vs. negativ)**

Die Familienanamnese wurde in unseren Untersuchungsbögen in weniger als 10 % erfasst. Dies beschränkt die Einschätzung der Ergebnisse deutlich, insbesondere könnte der Effekt vorliegen, dass bei einem auffälligen Befund eher gefragt wurde als bei einem unauffälligen. Die Auswahlmöglichkeit zum Ankreuzen war nur auf dem letzten Untersuchungsbogen vorhanden. Ein weiterer möglicher Grund für die lückenhafte Dokumentation der anamnestischen Risikofaktoren ist, dass die Eltern häufig nicht mit zur Untersuchung konnten. Häufig wurden die Mütter aufgrund der noch nicht lange zurückliegenden Geburt geschont und der Säugling von einer Krankenschwester zur Untersuchung geholt.

In den vorhandenen Daten zeigen sich statistisch signifikante Zusammenhänge. Das Risiko bei positiver Familienanamnese ist jedoch nur für eine physiologisch unreife Hüfte (Typ IIa) erhöht. Ein erhöhtes Risiko für eine tatsächliche Dysplasie der Hüfte ist in unserer Auswertung entgegen der meisten Literaturangaben nicht herausgekommen (Falliner, Hahne et al. 1996; Ortiz-Neira, Paolucci et al. 2012).

Wir konnten den Risikofaktor einer positiven Familienanamnese für eine Hüft dysplasie mit eingeschränkter Beurteilbarkeit der Ergebnisse somit nicht bestätigen. Die physiologische Reifungsverzögerung (Hüfttyp IIa) kommt in unseren Ergebnissen familiär gehäuft vor.

#### **4.2.3.4 Geburtsanamnese (BEL und Sectio vs. Spontangeburt aus Schädellage)**

Die Beckenendlage des Säuglings stellt einen lange bekannten und dominanten Risikofaktor für eine Hüftdysplasie dar, was sich mit unseren Ergebnissen bestätigen lässt. Das relative Risiko der Beckenendlage ist für den Hüfttyp II-IV mit 1,97 erhöht. Für einen Hüfttyp IIc oder schlechter (Hüftdysplasie) stellt sich das relative Risiko mit 6,5 noch deutlicher dar. Nur wenige Studien konnten dem intrauterinen Lagetyp kein erhöhtes Risiko für die Hüftreifungsstörung nachweisen. Bei Partenheimer et al. oder auch Sionek et al. war jeweils kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Beckenendlage und dem Hüfttyp nachzuweisen (Partenheimer, Scheler-Hofmann et al. 2006; Sionek, Czubak et al. 2008). In Meta-Analysen von Ortiz-Neira oder auch de Hundt zeigt sich der Risikofaktor jeweils dominant, so auch in der Übersichtsarbeit von Rühmann und Konermann (Rühmann, Lazović et al. 1999; de Hundt, Vlemmix et al. 2012; Ortiz-Neira, Paolucci et al. 2012).

Die Angaben zur Geburtsanamnese wurden im gesamten Datensatz in ca. 40 % der Fälle notiert. Der Effekt, dass bei auffälligen Befunden doch eher nochmal nach der Lage des Säuglings gefragt wurde, spielt eher eine geringe Rolle. Dass nur bei 40 % diese Anamnese erfolgte, liegt hauptsächlich an der Änderung des Untersuchungsbogens. Ab 1995 wurde die Anamnese hierzu bis auf wenige Ausnahmen konsequent durchgeführt, sodass davon auszugehen ist, dass diese Ergebnisse als repräsentativ einzuschätzen sind.

## 4.2.4 Untersucherabhängigkeit

### 4.2.4.1 Hüfttypverteilung abhängig von der Erfahrung des Untersuchers

Die unerfahrenen Untersucher mit weniger als 100 durchgeführten Untersuchungen, diagnostizierten mit 19,4 % relativ häufig eine physiologisch unreife Hüfte. Es ist anzunehmen, dass der unerfahrene Untersucher, wie oben bereits beschrieben, eher einen vorsichtigeren Weg wählt und bei der Winkelmessung eher 58° statt 60° für den  $\alpha$ -Winkel bestimmt. Die Untersucher mit 101-500 durchgeführten Untersuchungen dokumentierten eine Ila-Hüfte deutlich seltener (5,1-5,7 %). Hier scheinen die Effekte des vorsichtigeren Weges, die Schwierigkeiten bei der Identifizierung des Unterrand des Os Ilium oder auch Kippfehler weitestgehend beseitigt zu sein. Ein erneuter Anstieg der Ila-Hüfte auf 19-29,8 % bei den erfahrensten Untersuchern (>500 durchgeführte Untersuchungen) scheint am ehesten dadurch zu erklären zu sein, dass die meisten dieser Untersucher in den Anfängen des Screenings tätig waren. Einer der Untersucher sticht mit einem Anteil von 71,6 % an Ila-Hüften heraus. Diese Schwankungsbreite wurde in 4.2.2 bereits diskutiert und aufgezeigt, dass sich ähnliche Ergebnisse in der Literatur finden (Weitzel 1994; Konermann, Gruber et al. 1999).

Die Hüft dysplasie (Typ IIc oder schlechter) zeigte ebenfalls bei den unerfahrenen Untersuchern mit 2 % die höchste Inzidenzrate. Ab 100 durchgeführten Untersuchungen sinkt der Anteil auf 0,1-0,6 % was unter Berücksichtigung der oben genannten Effekte der echten Inzidenz entsprechen könnte. Kokavec et al. zeigten in der Slowakei, dass ein Großteil der Hüft dysplasien (Inzidenz 6,9 %) spontan ausheilten. 0,48 % der Hüften hatten einen persistierenden auffälligen Befund und wurde von ihm so als echte Hüft dysplasie bezeichnet. Der erste deutliche höhere Anteil könnte auf Fehldiagnosen oder spontane Ausreifung der Hüften zurückzuführen sein, in jedem Fall bezeichnet Kokavec diese als sonografische oder essentielle Hüft dysplasie (Kokavec and Bialik 2007). In der Gruppe der erfahrensten Untersucher (>1.000 Untersuchungen) steigt der Anteil der pathologischen Hüften nochmals leicht auf 1,3 % an.

#### 4.2.4.2 Therapieempfehlung abhängig von der Erfahrung des Untersuchers

In den Ergebnissen ist eine insgesamt sehr uneinheitliche Behandlung der jeweiligen Befunde zu beobachten. Es bestätigt sich die These, dass unerfahrenere Untersucher häufiger den therapeutisch „vorsichtigeren“ Weg einschlagen und eher eine Therapie empfehlen als erfahrenere Untersucher. So wählen die Ärzte mit weniger als 100 durchgeführten Untersuchungen in insgesamt 1,6% der Fälle eine Abspreizbehandlung und bei 21,2 % die Empfehlung, breit zu wickeln. Dem gegenüber ist der Anteil aller Untersucher mit mehr als 100 durchgeführten Untersuchungen mit 0,4-0,7 % Abspreizbehandlung und 4,8-6,8 % breit Wickeln deutlich geringer.

Die Abspreizbehandlung korreliert in den Gruppen mit der Häufigkeit der Diagnose eines Hüfttyps IIc oder schlechter, was auch erwartet wird. Auch wenn in der primären Empfehlung, insbesondere in den Anfängen des Beobachtungszeitraums, nicht direkt die adäquate Therapie empfohlen wurde, beschreibt Wirth et al. über den Zeitraum 1985 bis 1998 in Marburg, dass alle Hüften mit Typ IIc oder schlechter behandelt wurden. Die gefährdeten Hüften (Typ IIc) und die, die am dezentrieren waren (Typ D), wurden meist mittels Pavlik-Bandage behandelt. Typ III und IV Hüften wurden meist in Overhead-Extension reponiert und anschließend im modifizierten Fettweisgips retiniert (Wirth, Stratmann et al. 2004). Dies geschah über die Sprechstunde oder während des stationären Aufenthaltes, jedoch wurde es auf dem primären Befundbogen nicht immer dokumentiert.

Die uneinheitliche Empfehlung wurde insbesondere für den Hüfttyp IIa aufgedeckt. Wie die Befragung der Mitglieder der Vereinigung für Kinderorthopädie von Seidl zeigt, ist das Vorgehen bei der physiologisch unreifen Hüfte auch deutschlandweit uneinheitlich (Seidl, Placzek et al. 2012). Das breite Wickeln wird kontrovers gesehen und bleibt laut den meisten Meinungen umstritten. Es sei lediglich eine Erinnerung für die Eltern und Ärzte an die notwendige Kontrolle. Schilt konnte in seiner Untersuchung zeigen, dass konsequentes breites Wickeln eine schnellere Nachreifung (Typ IIa zu Typ I) bewirkt. Wenn somit die Nachreifung bereits zur ersten Kontrolle abgeschlossen ist, werden weitere Kontrolluntersuchungen unnötig und es könnten Kosten reduziert werden (Schilt 2004).

Die Empfehlung breit zu wickeln, korreliert bei den unerfahreneren Untersuchern mit der Ila-Hüfte. Bei den Untersuchern mit mehr als 500 Untersuchungen wird trotz eines Anstiegs des Anteils an physiologisch unreifen Hüften, die Empfehlung zur Behandlung (breit Wickeln) weniger. Hier scheinen die Untersucher sicher genug, um auch bei nicht ganz unauffälligem Befund keine Therapie zu empfehlen. Hier brauchen gerade unsichere und unerfahrene Untersucher klare Anweisungen. Statt klinikinternen Richtlinien blieb ein Ermessensspielraum für den jeweiligen Untersucher. Dadurch kann es zu dem angemahnten „Overtreatment“ kommen, welches wiederum die Compliance der Eltern strapaziert und die Bereitschaft für gewissenhaftes Erscheinen zu Kontrolluntersuchungen herabsetzen kann (Bialik, Bialik et al. 1998; Bialik, Bialik et al. 1999).



## 4.3 Praktische Relevanz der Ergebnisse

### 4.3.1 Verteilung der Hüfttypen

Die Daten über die Inzidenz der Hüftdysplasie lassen sich durch unsere Arbeit bestätigen. Die starken Schwankungen des Hüfttyps IIa wurden durch die anfänglichen Schwächen und mangelnde Strukturierung der Untersuchung verursacht. Insgesamt ist eher ein Rückgang der Inzidenz der Hüftdysplasie zu beobachten. Ähnliche Schwankungen sind auch in der breiten Literatur vorzufinden.

### 4.3.2 Risikofaktoren - Risikoscreening

In der Grundsatzdiskussion über ein Screening bestätigen unsere Ergebnisse, dass ein reines Risikoscreening nicht ausreichend ist (Falliner, Hahne et al. 1996). Über den Zeitpunkt des generellen Ultraschallscreenings lässt sich weiter streiten. Hier wird das zweigeteilte Screening, wie es in Deutschland – von Grill und auch Graf als Kompromisslösung bezeichnet – seit Jahren durchgeführt wird, hinterfragt werden müssen (Farr, Grill et al. 2008; Graf, Lercher et al. 2010). Weitere Arbeiten zeigen ebenfalls nur wenig Korrelation zwischen den Risikofaktoren und dem Hüfttyp (Rühmann, Lazović et al. 1999), so fiel auch bei Paton et al. auf, dass lediglich 31,2 % der instabilen Hüftbefunde einen der Risikofaktoren vorweisen konnte (Paton, Hinduja et al. 2005). Eine Auswertung der ersten 15 Jahre des Screenings von Schilt spricht eindeutig für eine generelle Untersuchung möglichst direkt nach der Geburt im Rahmen der U2 (Schilt 2001). In jedem Fall geht bei späterer Diagnosestellung wertvolle Zeit verloren, die nicht immer aufgeholt werden kann.

Zusammenfassend lässt sich aus unseren Ergebnissen eine geringe Seitendifferenz zuungunsten der linken Seite beobachten. Weibliche Säuglinge sind häufiger von der Hüftdysplasie betroffen. Die Familienanamnese gibt in unseren Daten keine eindeutigen Hinweise. Bei Beckenendlage steigt das Risiko für eine Hüftdysplasie deutlich.

### 4.3.3 Dokumentation

Es ist aufgefallen, dass die Befundbögen trotz zweimaliger Änderung nicht dem aktuellen wissenschaftlichen Stand entsprechend aufgebaut waren. Hier erfolgte bereits eine Anpassung, um dem Untersucher anhand des Bogens einen strukturierten Ablauf der Anamnese, Untersuchung und Auswertung zu erleichtern.

### 4.3.4 Ausbildung

Diese retrospektive Arbeit bestätigt, dass eine strukturierte Ausbildung ärztlicher Mitarbeiter unumgänglich ist, um den Ansprüchen an eine Screeningmethode gerecht zu werden. Das „bedside teaching“, wie es in unserer Klinik erfolgte, birgt große Gefahren und zeigt erhebliche Schwankungen sowohl in der Diagnostik als auch in der Behandlungsstrategie. Bei striktem Vorgehen nach dem Ausbildungskatalog von Graf kann die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gesteigert werden und die Gefahr von Fehldiagnosen mit unnötiger Therapie sowie ausbleibender oder zu später Therapie minimiert werden (Graf 2009). Im niedergelassenen Bereich wurde die Ultraschallvereinbarung novelliert und so greifende Kontrollmechanismen eingeführt. Für Kliniken sind bisher keine Vereinbarungen getroffen. Hier sind zusätzliche Sicherheitsverfahren, wie zum Beispiel die stetige Überprüfung der Ergebnisse durch einen Oberarzt, klinikintern zu entscheiden. In Österreich wurde auch für Kliniken ein Lösungsansatz gefunden. Dort wird von den am Screening teilnehmenden Kliniken gefordert, einen ausbildungsverantwortlichen Arzt für die Hüftsonografie zu benennen. In Deutschland kommt weiterhin die Diskussion auf, ob die Hüftsonografie nicht wieder aus dem Weiterbildungskatalog genommen werden sollte (Epping 2012).

Es sollten klare und einheitliche Therapie- bzw. Behandlungsalgorithmen, wie sie bereits in der Literatur vorliegen, in den Kliniken etabliert werden. Hiermit sollte das subjektive Ermessen des Untersuchers durch ein standardisiertes Vorgehen abgelöst werden. Einer Diagnose sollte die richtige Behandlung folgen (Nelitz and Reichel 2008; Graf, Lercher et al. 2010).

## 5 Zusammenfassung

---

Am Universitätsklinikum Marburg erfolgt seit 1985 das sonografische Screening der Säuglingshüfte nach Graf. Diese retrospektive Analyse der ersten 25 Jahre wurde mit dem Ziel durchgeführt, epidemiologische Daten über die Hüfttypverteilung zu gewinnen und die Risikofaktoren für eine Hüftdysplasie zu überprüfen. Weiterhin wurden die klinikinterne Methodik des Screenings kritisch hinterfragt und die Diagnose sowie auch die Therapieempfehlung in Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers betrachtet.

Zur Evaluierung des sonografischen Screenings der Säuglingshüfte wurden die Befunddokumentationen der postnatalen Untersuchung von 18.247 Säuglingen aus den Jahren 1985 bis 2009 ausgewertet. Dokumentiert und entsprechend analysiert wurden anamnestische Angaben wie die Familienanamnese und Besonderheiten bei der Geburt (Beckenendlage, Sectio, Frühgeburt). Auch der klinische Untersuchungsbefund bezüglich der Hüfte und weiterer orthopädischer Auffälligkeiten wurde mitberücksichtigt (z.B. Spreizhemmung der Hüfte, Fußdeformitäten). Als sonographisches Untersuchungsergebnis wurden die morphologischen Kriterien sowie der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Winkel nach Graf mit dem daraus folgenden Hüfttyp und entsprechender Therapieempfehlung dokumentiert. Vergleiche auf Unterschiede oder Zusammenhänge zwischen den bestimmten Variablen wurden mittels adäquater inferenzstatistischer Verfahren durchgeführt.

Im gesamten Zeitraum wurde die Hüftdysplasie (Typ IIc-IV nach Graf) in 0,8 % der Fälle nachgewiesen. Die IIa-Hüfte (physiologisch unreif) machte 15,7 % der Hüften aus, bei 83,4 % reifer Hüftgelenke. Im zeitlichen Verlauf lassen sich signifikante Änderungen der Hüfttypen erkennen. In den Jahren 1985-89 wurden über 40% der Hüften als „physiologisch unreif“ oder schlechter beschrieben. 1990-94 sank die Anzahl der IIa-Hüften auf 16%, im zuletzt bestimmten Zeitraum 2005-2009 betrug der Anteil 9%. Auch der Anteil der pathologischen Hüftbefunde (Typ IIc-IV) betrug in den Jahren 1985-88 noch um die 3%, ab 1989 waren es 0-1 % der Fälle pro Jahr. Es lässt sich eine geringe aber statistisch nicht signifikante Seitendifferenz zuungunsten der linken Seite beobachten. Die Familienanamnese gibt hierbei keine

eindeutigen Hinweise. Festzustellen ist, dass das weibliche Geschlecht und die Geburt aus Beckenendlage signifikant mit dem Auftreten dysplastischer Gelenke korrelieren.

Insgesamt 55 Mitarbeiter der orthopädischen Klinik führten durchschnittlich ca. 350 Untersuchungen durch. Die Dokumentationssorgfalt hat im Laufe der Jahre deutlich zugenommen. Es ist davon auszugehen, dass in den Anfängen des Screenings der Hüfttyp mittels „Blickdiagnose“ bzw. nach morphologischen Kriterien bestimmt wurde. Die Winkelmessung an den eingezeichneten Kennlinien wurde ab ca. 1993 nachvollziehbar dokumentiert. Unerfahrene Mitarbeiter, sprich Untersucher mit geringer Anzahl an durchgeführten sonographischen Untersuchungen, stellten signifikant häufiger auffällige Befunde fest und leiteten entsprechend häufiger therapeutische Maßnahmen ein. Die Behandlungsstrategie war über den gesamten Zeitraum eher uneinheitlich.

Die Daten über die Inzidenz der Hüftdysplasie lassen sich durch diese Arbeit bestätigen, wobei besonders in den ersten Jahren große Schwankungen bemerkt wurden. Insgesamt ist eher ein Rückgang der Inzidenz der Hüftdysplasie zu beobachten. Diese Analyse zeigt, dass die klinische Untersuchung oder ein Risikoscreening nicht ausreichend sind. Die Notwendigkeit einer standardisierten sonographischen Diagnostik der Säuglingshüfte wird hier deutlich. Das nicht zielführende „bed side teaching“ muss durch strukturierte Ausbildung der ärztlichen Mitarbeiter abgelöst werden und es sollten klare und einheitliche Therapie- bzw. Behandlungsalgorithmen, wie sie bereits in der Literatur vorliegen, in den Kliniken etabliert werden.

## 5.1 Summary

The orthopedic clinic at Marburg University Hospital began to perform ultrasound screening of the newborn's hip in 1985. This dissertation is a compilation and analysis of all the epidemiological data on hip type distribution and the risk factors for developmental dysplasia of the hip, gathered from the screenings of 18,247 infants at Marburg University hospital from 1985 to 2009.

In the evaluation of the postnatal sonographic screenings of the infants' hips, anamnestic data such as the family history and special characteristics at birth (breech presentation, Cesarean section, premature delivery), as well as the findings from the clinical examinations of the hips and other orthopedic abnormalities, were analyzed. Additionally, the morphological criteria,  $\alpha$ - and  $\beta$ -angles according to Graf (which determine the hip type), and the corresponding therapy recommendations for each child were also included in the analysis. Moreover, the entire diagnostic procedure was scrutinized, taking into consideration how each examiner's individual experience played into the diagnoses they made, as well as the courses of treatment they recommended. Finally, inferential statistics were calculated based on comprehensive comparisons of the aforementioned data.

During the entire period, hip dysplasia (Type IIc-IV according to Graf) was detected in 0.8% of cases. 15.7% of the hips were physiological immature (Type IIa), and 83.4% mature. Significant changes in hip types can be clearly seen over the course of time. For example, between the years of 1985-1989, over 40% of the hips were described as "physiological immature" or worse. From 1990-1994, the number of IIa hips decreased to 16%, and for the most recent period from 2005-2009, the percentage dropped even further to 9%. The number of infants diagnosed with pathological hip dysplasia (Type IIc-IV according to Graf) amounted to 3% in the years from 1985-1988, then dropped to less than 1% of cases per year since 1989. A small but statistically not significant lateral difference can be observed to the detriment of the left side. The family history gives no clear indications. Another more statistically important observation include: The female sex and the breech

presentation correlated significantly with the occurrence of developmental dysplasia of the hip.

A total of 55 employees at the orthopedic clinic in Marburg each performed an average of 350 examinations. Accuracy of documentation improved over time. It can be assumed that in the early days of the screening the hip type was determined by "visual diagnosis" or by morphological criteria. The angle measurement began to be documented in 1993. Physicians with more limited experience in administering sonographic screenings tended to recommend more drastic therapeutic interventions than their more experienced colleagues. The treatment strategy was rather inconsistent over the entire period.

The epidemiological data on hip type distribution can be confirmed by this study, especially during the first years large fluctuations were noticed. Overall, a reduction in the incidence of the developmental dysplasia of the hip is observed. Clinical examination or risk screening alone is not sufficient. The necessity for a standardized sonographic examination of the infant's hip becomes clear. The not constructive "bedside teaching" has to be replaced by a structured training of the medical staff. Clear and uniform therapy and treatment algorithms, as already available in public medical journals, should be established in the hospitals.

## 6 Anhang

### Befundbogen Nr. 1

Zentrum Operative Medizin II  
Orthopädische Klinik  
Leiter: Prof. Dr. med. P. Griss

**Klinikum der Philipps-Universität Marburg**  
Zentrum Operative Medizin II

**Arztbrief Sonographie**

Lfd. Nr. \_\_\_\_\_  
Anforderungstag \_\_\_\_\_

**Betrifft**

Untersuchungstag \_\_\_\_\_

Sehr verehrte Frau Kollegin  
Sehr geehrter Herr Kollege \_\_\_\_\_

nebenstehender Patient wurde von uns  
am \_\_\_\_\_ betreut

**Befund**

obere Extremitäten ☒ unauffällig ☐ pathologisch      Wirbelsäule ☒ unauffällig ☐ pathologisch      untere Extremitäten ☒ unauffällig ☐ pathologisch

Faltenasymmetrie ☒ ja ☐ nein  
Abspreizhemmung ☐ ja ☒ nein  
Zeichen f. Instabilität ☐ ja ☒ nein

Ultraschallbefund

Hüfttyp: I .... I Übergang *l.d.s.* II a ..... II b ..... II g .....  
III a ..... III b ..... IV .....

**Diagnose**  
*Platz, Hüftgelenk l.d.s.*

**Behandlungsvorschlag**

Kontrolle in *12* Wochen

Unterschrift des Arztes *[Signature]*

ZOM 4.11/0485/5



## Befundbogen Nr. 2

Zentrum Operative Medizin II Orthopädische Klinik Leiter: Prof. Dr. med. P. Griss	<b>Klinikum der Philipps-Universität Marburg</b> Zentrum Operative Medizin II Tel. 284904 <b>Arztbrief Sonographie</b> Anforderungstag _____
---	--

**Betrifft**

Untersuchungstag \_\_\_\_\_

Sehr verehrte Frau Kollegin  
 Sehr geehrter Herr Kollege

nebenstehender Patient wurde von uns  
 am 18.9.86 betreut

Klinische Angaben/Fragestellung

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Sonographiebefund**

Knöcherner Erker	eckig Re <input checked="" type="checkbox"/> Li	gerundet Re <input type="checkbox"/> Li	flach/fliehend Re <input type="checkbox"/> Li
Knorpeliger Erker	Spitz/schmal/übergreifend Re <input checked="" type="checkbox"/> Li	verbreitert, noch übergreifend Re <input type="checkbox"/> Li	verbreitert und verdrängt Re <input type="checkbox"/> Li
Struktur Knorpelerker	normal Re <input checked="" type="checkbox"/> Li	gestört (= verdichtet) Re <input type="checkbox"/> Li	
Hüftkopfkern	dargestellt Re <input type="checkbox"/> Li	nicht dargestellt Re <input checked="" type="checkbox"/> Li	
Hüfttyp	I .... I Übergang SS	II a .... II b .... II g ....	
	III a .... III b .... IV ....		

**Diagnose**

phys. Hüftentw. SS

**Therapie**

\_\_\_\_\_

Wiedervorstellung: ☐ nicht nötig ☒ 12 Wochen ☐ Monaten

\_\_\_\_\_

ZOM 4.112/04.85/5



## Befundbogen Nr. 3

**Universitätsklinikum**  
Gießen und Marburg GmbH

**Standort Marburg**

Klinik für Orthopädie  
und Rheumatologie  
Direktorin:  
Univ.-Prof. Dr. Susanne Fuchs  
Tel. 5 864 804

**Arztbrief**  
**Sonographie**

113

Betrifft

Untersuchungstag

Sehr verehrte Frau Kollegin  
Sehr geehrter Herr Kollege

nebenstehender Patient wurde von uns

an betreut

**Familienanamnese** positiv ☐ negativ ☒

**Geburt** normal ☒ BEL ☐  
Sectio ☐  
Frühgeburt ☐

**Klinik** unauffällig ☒ Spreizhemmung ☐ re ☐ li ☐  
locker ☐  
Otolari ☐

**Sonographiebefund**

		re	li
1 knöcherne Formgebung:	gut <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ausreichend <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	schlecht <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 knöcherner Erker:	eckig/geschw. <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	rund <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	flach <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Knorpeldach:	spitz <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	breit <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	verdrängt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/>	a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/>	
4 Kkoptkern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 sonographisch instabil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hüfttyp I a..... I b..... II a..... II b..... II g.....  
D..... III a..... III b..... IV.....

Diagnose 1 b - bck.

Therapie Therapie erforderlich

Wiedervorstellung: ☐ nicht nötig ☐ Wochen ☐ Monaten 6.02.09 Peter

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Ackermann, H. J. and H. Kupper (1984). "Zu den Bezeichnungen von Huftbefunden bei Neugeborenen." Beitr Orthop Traumatol **31**(2): 53-56.
- Akman, A., A. Korkmaz, et al. (2007). "Evaluation of risk factors in developmental dysplasia of the hip: results of infantile hip ultrasonography." Turk J Pediatr **49**(3): 290-294.
- Anderssen, S. H., I. E. Silberg, et al. (2000). "Congenital hip dysplasia in Ostfold 1990-96." Tidsskr Nor Laegeforen **120**(29): 3530-3533.
- Bache, C. E., J. Clegg, et al. (2002). "Risk factors for developmental dysplasia of the hip: ultrasonographic findings in the neonatal period." J Pediatr Orthop B **11**(3): 212-218.
- Bialik, V. and M. Berant (1997). ""Immunity" of Ethiopian Jews to developmental dysplasia of the hip: a preliminary sonographic study." J Pediatr Orthop B **6**(4): 253-254.
- Bialik, V., G. M. Bialik, et al. (1999). "Developmental dysplasia of the hip: a new approach to incidence." Pediatrics **103**(1): 93-99.
- Bialik, V., G. M. Bialik, et al. (1998). "Prevention of overtreatment of neonatal hip dysplasia by the use of ultrasonography." J Pediatr Orthop B **7**(1): 39-42.
- Coleman, S. S. (1968). "Congenital dysplasia of the hip in the Navajo infant." Clin Orthop Relat Res **56**: 179-193.
- de Hundt, M., F. Vlemmix, et al. (2012). "Risk factors for developmental dysplasia of the hip: a meta-analysis." Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol **165**(1): 8-17.
- De Pellegrin, M. and L. Tessari (1996). "Early ultrasound diagnosis of developmental dysplasia of the hip." Bull Hosp Jt Dis **54**(4): 222-225.
- Edelstein, J. (1966). "Congenital dislocation of the hip in the Bantu." J Bone Joint Surg Br **48**:397.

- Engesaeter, I. O., S. A. Lie, et al. (2008). "Neonatal hip instability and risk of total hip replacement in young adulthood: follow-up of 2,218,596 newborns from the Medical Birth Registry of Norway in the Norwegian Arthroplasty Register." Acta Orthop **79**(3): 321-326.
- Epping, B. (2012). "Ultraschall der Säuglingshüfte – Bessere Maßstäbe für die Qualitätskontrolle." Z Orthop Unfall **150**(04): 345-347.
- Falliner, A., H. J. Hahne, et al. (1996). "Sonographisches Hüftscreening bei Neugeborenen." Monatsschrift Kinderheilkunde **144**(11): 1223-1229.
- Falliner, A., D. Schwinzer, et al. (2006). "Comparing ultrasound measurements of neonatal hips using the methods of Graf and Terjesen." J Bone Joint Surg Br **88**(1): 104-106.
- Farr, S., F. Grill, et al. (2008). "Wann ist der optimale Zeitpunkt für ein sonographisches Hüftscreening?" Orthopade **37**(6): 532, 534-536, 538-540.
- Graf, R. (1980). "The diagnosis of congenital hip-joint dislocation by the ultrasonic Compound treatment." Arch Orthop Trauma Surg **97**(2): 117-133.
- Graf, R. (1984). "Classification of hip joint dysplasia by means of sonography." Arch Orthop Trauma Surg **102**(4): 248-255.
- Graf, R. (1997). "Die sonographiegesteuerte Therapie." Orthopade **26**(1): 33-42.
- Graf, R. (2002). "Hüftsonographie." Der Orthopäde **31**(2): 181-189.
- Graf, R. (2009). "Warum ein Ausbildungskatalog für die Hüftsonographie?" Orthopädische Praxis **45**: 67-73.
- Graf, R., K. Lercher, et al. (2010). Sonographie der Säuglingshüfte und therapeutische Konsequenzen, Georg Thieme Verlag KG.
- Grill, F. and D. Müller (1997). "Ergebnisse des Hüftultraschallscreenings in Österreich." Orthopade **26**(1): 25-32.
- Gruber, G. (1999). Klinische Untersuchung des Hüftgelenkes. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie. W. Konermann, G. Gruber and C. Tschauner. Heidelberg, Steinkopff: 93-100.

- Gunther, K. P., T. Sturmer, et al. (1999). "Häufigkeit gelenkspezifischer Risikofaktoren bei Patienten mit fortgeschrittenen Cox- und Gonarthrosen in der Ulmer Osteoarthrose-Studie." Z Orthop Ihre Grenzgeb **137**(6): 468-473.
- Hefti, F. (1997). "Offene Repositionsverfahren." Orthopade **26**(1): 67-74.
- Hell, A. K., J. C. Becker, et al. (2008). "Inter- und intraindividuelle Messabweichungen in der Säuglingshüftsonografie nach Graf." Z Orthop Unfall **146**(5): 624-629.
- Ihme, N., L. Altenhofen, et al. (2008). "Sonographisches Hüftscreening in Deutschland : Ergebnisse und Vergleich mit anderen Screeningverfahren." Orthopade.
- Jacobsen, S. (2006). "Adult hip dysplasia and osteoarthritis. Studies in radiology and clinical epidemiology." Acta Orthop Suppl **77**(324): 1-37.
- Jacobsen, S., S. Sonne-Holm, et al. (2005). "Hip dysplasia and osteoarthrosis: a survey of 4151 subjects from the Osteoarthrosis Substudy of the Copenhagen City Heart Study." Acta Orthop **76**(2): 149-158.
- Jani, L. and P. Arnold (1999). Beckenosteotomien und operative Korrektur des proximalen Femurs im Kleinkind- und Vorschulalter. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie. W. Konermann, G. Gruber and C. Tschauner. Heidelberg, Steinkopff: 445-458.
- Jung, J., K. Anagnostakos, et al. (2012). "Sonoguide im Ultraschall Screening - Hilfe oder Handicap." GMS Publishing House.
- Kokavec, M. and V. Bialik (2007). "Developmental dysplasia of the hip. Prevention and real incidence." Bratisl Lek Listy **108**(6): 251-254.
- Konermann, W., G. Gruber, et al. (1999). Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt.
- Kosar, P., E. Ergun, et al. (2011). "Follow-up sonographic results for Graf type 2A hips: association with risk factors for developmental dysplasia of the hip and instability." J Ultrasound Med **30**(5): 677-683.

- Krauspe, R. (1999). Hüftpfannenschwenkung durch Dreifachosteotomie des Beckens nach Tönnis. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie. W. Konermann, G. Gruber and C. Tschauner. Heidelberg, Steinkopff: 459-478.
- Länderdaten. (2013). "Geschlechterverteilung." from [http://www.laenderdaten.de/bevoelkerung/sex\\_ratio.aspx](http://www.laenderdaten.de/bevoelkerung/sex_ratio.aspx).
- Matthiessen, H. D. (1997). "Dysplasie- und Therapiefaktor bei der Hüftreifungsstörung." Z Orthop Ihre Grenzgeb **135**(1): Oa12-13.
- Nelitz, M. and H. Reichel (2008). "Konservative Behandlung der Hüftreifungsstörung." Der Orthopäde **37**(6): 550.
- Niethard, F. and A. Lorani (1999). Historie, Epidemiologie, Ätiologie. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie. W. Konermann, G. Gruber and C. Tschauner. Heidelberg, Steinkopff: 3-11.
- Niethard, F. U. and J. Pfeil (2005). Orthopädie, Duale Reihe, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Ortiz-Neira, C. L., E. O. Paolucci, et al. (2012). "A meta-analysis of common risk factors associated with the diagnosis of developmental dysplasia of the hip in newborns." Eur J Radiol **81**(3): e344-351.
- Partenheimer, A., M. Scheler-Hofmann, et al. (2006). "Populationsbasierte Studie zu Prädispositionsfaktoren und Häufigkeit der Hüftgelenksdysplasie." Ultraschall in Med **27**(04): 364-367.
- Paton, R. W., K. Hinduja, et al. (2005). "The significance of at-risk factors in ultrasound surveillance of developmental dysplasia of the hip. A ten-year prospective study." J Bone Joint Surg Br **87**(9): 1264-1266.
- Pauer, M., K. Rossak, et al. (1988). "Hüftscreening der Neugeborenen. Typeneinteilung, Therapie und Verlaufskontrollen." Z Orthop Ihre Grenzgeb **126**(3): 260-265.

- Peterlein, C. D. and S. Fuchs-Winkelmann (2014). "Sonographie der Säuglingshüfte: Aktueller Status an den deutschen Universitätskliniken." Orthopade **43**(2): 136-142.
- Peterlein, C. D., K. F. Schüttler, et al. (2012). "Ausmessung auf Papier oder computergestützt am Ultraschallgerät – Welches Verfahren ist genauer in der Sonografie der Säuglingshüfte?" Z Orthop Unfall **150**(02): 163-169.
- Reijman, M., J. M. Hazes, et al. (2005). "Acetabular dysplasia predicts incident osteoarthritis of the hip: the Rotterdam study." Arthritis Rheum **52**(3): 787-793.
- Rühmann, O., D. Lazović, et al. (1999). Korrelation von anamnestischen Risikofaktoren und sonographischem Hüfttyp. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie. W. Konermann, G. Gruber and C. Tschauner. Heidelberg, Steinkopff: 154-168.
- Sachs, L. and J. Hedderich (2006). Angewandte Statistik, Methodensammlung mit R, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Schilt, M. (1993). "Das Entstehen der angeborenen Pfannendachdysplasie und Luxation (Morphologie). In: Angeborene Hüftdysplasie und -luxation vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen." Proceedings Symposium Uni Zürich: 13-16.
- Schilt, M. (2001). "Optimaler Zeitpunkt des Hüftsonographie-Screenings." Ultraschall in Med **22**(01): 39-47.
- Schilt, M. (2004). "Hüftsonographie-screening bei Neugeborenen." Praxis (Bern 1994) **93**(15): 597-614.
- Seidl, T., R. Placzek, et al. (2012). "Diagnostik und Therapie der Säuglingshüfte – sind sich die deutschsprachigen Kinderorthopäden einig?" Z Orthop Unfall **150**(02): 170-176.

- Sionek, A., J. Czubak, et al. (2008). "Evaluation of risk factors in developmental dysplasia of the hip in children from multiple pregnancies: results of hip ultrasonography using Graf's method." Ortop Traumatol Rehabil **10**(2): 108-124.
- Sozialgesetzbuch (2011). Richtlinien des Bundesausschusses der Ärzte und Krankenkassen über die Früherkennung von Krankheiten bei Kindern bis zur Vollendung des 6. Lebensjahres („Kinder-Richtlinien“). **in der Fassung vom 26. April 1976 (veröffentlicht als Beilage Nr. 28 zum Bundesanzeiger Nr. 214 vom 11. November 1976) zuletzt geändert am 16. Dezember 2010 veröffentlicht im Bundesanzeiger 2011; Nr. 40: S. 1013 in Kraft getreten am 12. März 2011.**
- Stevenson, D. A., G. Mineau, et al. (2009). "Familial predisposition to developmental dysplasia of the hip." J Pediatr Orthop **29**(5): 463-466.
- Tönnis, D. (1984). Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter, Springer Berlin Heidelberg.
- Tönnis, D., K. Itoh, et al. (1984). "Die Einstellung der angeborenen Hüftluxation unter Arthrographiekontrolle, eine individuelle, risikoverringende und zeitsparende Methode. Teil 1: Methodenwahl und Risikobeurteilung aufgrund des Arthrographiebefundes." Z Orthop Ihre Grenzgeb **122**(1): 50-61.
- Treiber, M., T. Tomazic, et al. (2008). "Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip in the newborn: a population-based study in the Maribor region, 1997-2005." Wien Klin Wochenschr **120**(1-2): 31-36.
- Tschauner, C. (1999). Morphologie, Pathomorphologie, Biomechanik, Klassifikation. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie. W. Konermann, G. Gruber and C. Tschauner. Heidelberg, Steinkopff: 12-36.
- Tschauner, C., S. Hofmann, et al. (1997). "Hüftdysplasie. Morphologie, Biomechanik und therapeutische Prinzipien unter Berücksichtigung des Labrum acetabulare." Orthopade **26**(1): 89-108.

- Tschauner, C., W. Klapsch, et al. (1994). ""Reifungskurve" des sonographischen Alpha-Winkels nach GRAF unbehandelter Hüftgelenke im ersten Lebensjahr." Z Orthop Ihre Grenzgeb **132**(6): 502-504.
- Tschauner, C. and H. D. Matthiessen (2012). "Hüftsonografie bei Säuglingen: Checklisten helfen, Fehler zu vermeiden." Orthopädie & Rheuma **15**(2): 43-47.
- Vencalkova, S. and J. Janata (2009). "Evaluation of screening for developmental dysplasia of the hip in the Liberec region in 1984-2005." Acta Chir Orthop Traumatol Cech **76**(3): 218-224.
- von Kries, R., N. Ihme, et al. (2003). "Effect of ultrasound screening on the rate of first operative procedures for developmental hip dysplasia in Germany." Lancet **362**(9399): 1883-1887.
- Weinstein, S. L. (1987). "Natural history of congenital hip dislocation (CDH) and hip dysplasia." Clin Orthop Relat Res(225): 62-76.
- Weinstein, S. L., S. J. Mubarak, et al. (2004). "Developmental hip dysplasia and dislocation: Part I." Instr Course Lect **53**: 523-530.
- Weitzel, D. (1994). "Sonographische Befunde in einem flächendeckenden neonatalen Hüftscreening." Monatsschr Kinderheilkd **142**: 425-431.
- Weitzel, D. (2002). "Sonographisches Screening der Säuglingshüfte." Radiologe **42**(8): 637-645.
- Wirth, T., L. Stratmann, et al. (2004). "Evolution of late presenting developmental dysplasia of the hip and associated surgical procedures after 14 years of neonatal ultrasound screening." J Bone Joint Surg Br **86**(4): 585-589.



## 8 Verzeichnis der akademischen Lehrer

---

Meine akademischen Lehrer waren die Damen/Herren in Marburg:

Adamkiewicz, Aumüller, Barth, Bartsch, Basler, Bauer, Baum, Baumann, Cetin,  
Cordes, Czubayko, Daut, Eickmann, Eilers, Duda, Feuser, Fuchs-Winkelmann,  
Garten, Gerdes, Görg, Gress, Grundmann, Grzeschik, Gudermann, Hamer, Hertl,  
Höffken, Holland, Hoyer, Hörle, Kill, Klose, Knipper (Gießen), König, Koolmann,  
Krieg, Kroll, Kühnert, Lemansky, Lill, Lohoff, Maier, Martin, Maisch, Mandrek, Mann,  
Mittag, Moll, Moosdorf, Mueller, Mutters, Neubauer, Neumüller, Oertel, Opitz,  
Pagenstecher, Peterlein, Petz, Plant, Ramaswamy, Renz, Richter, Riße (Gießen),  
Röhm, Roeper, Rosenow, Rothmund, Ruchholtz, Schade, Schäfer, Schmidt,  
Schnabel, Schneider, Schofer, Schrader, Seitz, Sesterhenn, Sönnichsen, Steiniger,  
Stengl, Stiller, Tackenberg, Tibesku, Vogelmeier, Wagner, Werner, Westermann,  
Wulf, Zettl

## 9 Danksagung

---

An erster Stelle danke ich Herrn PD Dr. Christian-Dominik Peterlein für die hervorragende, kompetente und ausdauernde Betreuung sowie Motivation während der gesamten Arbeit.

Für die Überlassung des Dissertationsthemas bedanke ich mich bei Prof. Dr. Susanne Fuchs-Winkelmann, Prof. Dr. Jan Schmitt und PD Dr. Christian-Dominik Peterlein. Dr. Ladas danke ich herzlich für die Betreuung bei der statistischen Auswertung.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern der orthopädischen Klinik in Marburg, insbesondere den Ambulanzschwestern und Sekretärinnen, die mich während der Datenerhebung unterstützt und so zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinen Eltern danke ich für die in vielerlei Hinsicht großzügige Unterstützung während des Studiums und der Dissertation. Ich danke meiner Großmutter für das ausdauernde Nachfragen und Motivieren und allen anderen Freunden und Verwandten, die mich auf diesem Weg begleitet haben.

Ganz besonderer Dank gilt meiner lieben Frau Helene Penner, die mich stets unterstützt und mir den Rücken freigehalten hat.

---

Widmen möchte ich diese Arbeit meinem 2007 verstorbenen  
Vater Waldemar Penner.

---